

**EINFLUSS VON REKOMBINIERTEM , BOVINEM
SOMATOTROPIN AUF DIE MILCHLEISTUNG ,
MILCHZUSAMMENSETZUNG UND DAS
KÖRPERGEWICHT BEIM DEUTSCHEN FLECKVIEH**

WILLI DENNHÖFER

1988

Disbui. München

1988



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555209_0004

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl für Tierzucht: Professor Dr. H. Kräußlich

Arbeit angefertigt unter Leitung von
Professor Dr. Dr. habil. F. Graf

Einfluß von rekombiniertem, bovinem Somatotropin auf die
Milchleistung, Milchezusammensetzung und das Körpergewicht
beim Deutschen Fleckvieh

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Willi Denन्हöfer
aus
Niederoberbach

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. Dr. habil. F. Graf

Korreferent: Prof. Dr. G. Terplan

Tag der Promotion: 29. Juli 1988

Meinen Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1 Wachstumshormon oder Somatotropin (STH, Somatotropes Hormon)	3
2.1.1 Chemische Struktur	3
2.1.2 Synthese und Freisetzung	4
2.1.3 Biologische Wirkung	5
2.1.4 Auswirkung auf den Proteinstoffwechsel	7
2.1.5 Auswirkung auf den Fettstoffwechsel	8
2.1.6 Auswirkung auf den Kohlenhydratstoffwechsel	9
2.1.7 Auswirkung auf die Laktation	10
2.1.8 Einfluß auf die Milchleistung	11
2.1.8.1 Dosis-Wirkungsbeziehung	18
2.1.8.2 Einfluß auf die Milchezusammensetzung	21
2.1.9 Einfluß auf die Futteraufnahme und auf die Futterverwertung	23
2.1.10 Einfluß auf das Körpergewicht	27
2.1.11 Einfluß auf die Tiergesundheit	31
3. Material und Methode	33
3.1 Tiermaterial, Haltung und Fütterung	33
3.2 Versuchsaufbau und BST-Behandlung	37
3.3 Milchproben	39
3.4 Blutproben	40
3.5 Gewichtsmessung	41
3.6 Statistische Methoden	41

4.	Ergebnisse	44
4.1	Auswirkung auf die Laktation	44
4.1.1	Milchleistung und -zusammensetzung	44
4.1.1.1	Vergleich der Milchleistungsparameter der BST-Gruppe und der Placebo-Gruppe für den ersten und zweiten Versuchsabschnitt und für die Behandlungspause	44
4.1.1.2	Vergleich der Werte für Milch-kg, FCM und Fett-kg im BST-Zeitraum mit den theoretisch ohne BST-Behandlung zu erwartenden Werten	56
4.1.1.3	Vergleich der Ergebnisse der zwei Versuchsabschnitte innerhalb einer Versuchsgruppe	75
4.2	Auswirkung auf das Körpergewicht	78
4.2.1	Vergleich der BST-Gruppe mit der Placebo-Gruppe innerhalb jedes Versuchsabschnittes	78
4.2.2	Vergleich BST-Zeitraum zu Placebo-Zeitraum innerhalb jeder Versuchsgruppe	87
4.3	Beziehungen zwischen der Milchleistungssteigerung und dem Plasma-BST-Spiegel, der Änderung des Körpergewichtes und der Höhe der Milchleistung	91
4.3.1	Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und dem Plasma-BST-Spiegel	91
4.3.2	Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und der Änderung des Körpergewichtes	94
4.3.3	Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und der Höhe der Milchleistung	97
4.4	Auswirkung auf die Tiergesundheit	100

	Seite
5.	Diskussion 102
5.1	Milchleistung 102
5.2	Milchzusammensetzung 105
5.3	Körpergewicht 107
5.4	Tiergesundheit 109
6.	Zusammenfassung 110
7.	Summary 113
8.	Literaturverzeichnis 116
9.	Danksagungen 140
10.	Lebenslauf 141

Verzeichnis der Abkürzungen

STH	Somatotropin
rSTH	rekombiniertes (= gentechnisch hergestelltes) Somatotropin
BST	bovines Wachstumshormon
s	Standardabweichung
p	Wahrscheinlichkeit
MJ	Megajoule
HVl	Hypophysenvorderlappen
p. p.	post partum
I. E.	Internationale Einheiten
im	intramuskulär
sc	subkutan
ad lib	ad libitum
Milch-kg	Milchkilogramm
FCM	auf 4 % Fett korrigierte Milchmenge in kg
Fett-kg	Fettkilogramm
Eiweiß-kg	Eiweißkilogramm
Laktose-kg	Laktosekilogramm
IGF-1	Insulin Like Growth Faktor 1
GHRH	Growth Hormone Releasing Hormone

1. EINLEITUNG

Bereits 1937 beschreiben ASIMOV und KROUZE die milchleistungssteigernde Wirkung von wachstumshormonhaltigen Hypophysenextrakten bei Kühen.

In einer Reihe von Versuchen mit exogen verabreichten Wachstumshormonpräparaten, die entweder aus Drüsenmaterial oder durch gentechnologische Herstellungsverfahren gewonnen worden waren, konnte dies bestätigt werden.

Die früheren Untersuchungen wurden fast alle an Kühen von Milchrassen, vorzugsweise Holstein-Friesian, durchgeführt.

Es soll nun ein Versuch ausschließlich an einer, vor allem im süddeutschen Raum weitverbreiteten Zweinutzungsrasse gemacht werden. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, den Einfluß von exogenem, rekombiniertem, bovinem Wachstumshormon auf die Milchleistung und das Körpergewicht bei Deutschen Fleckviehkühen zu erfassen. Hierbei kommt gentechnologisch hergestelltes, rekombiniertes Rinder-Methionyl-Somatotropin in Form eines Langzeitpräparates während zwei verschiedener Laktationsstadien zur Anwendung.



Sämtliche Somatotropinpräparate befinden sich zur Zeit noch in klinischer Erprobung. Der Einsatz von Somatotropin in der Tierproduktion wirft noch eine Reihe von Fragen auf, die vor Erteilung einer Zulassung, sicher eingehender Diskussion bedürfen, die aber nicht Gegenstand dieser Arbeit sein sollen.

Die in der Arbeit verwendeten Abkürzungen STH für Somatotropin und BST für bovines Somatotropin sind als gleichbedeutend anzusehen.

2. LITERATUR

2.1 Wachstumshormon oder Somatotropin (STH, Somatotropes Hormon)

2.1.1 Chemische Struktur

Somatotropin gehört zur Gruppe der Proteohormone (SCHEUNERT/TRAUTMANN, 1987; MILLER und EBERHARDT, 1983). Es setzt sich aus einer unverzweigten Kette von insgesamt 190 Aminosäuren zusammen. Beim Rind bestehen zwischen den an Position 52 und 163, sowie zwischen den an Position 180 und 188 stehenden Aminosäuren sogenannte Disulfid-Brücken (KARG, 1988). Bei KARLSON (1980) und SCHEUNERT/TRAUTMANN (1987) wird auf die ausgesprochenen Speziespezifitäten hingewiesen. Die Aminosäuresequenz des somatotropen Hormons von Mensch, Schaf und Rind unterscheiden sich voneinander und weisen mit wachsendem phylogenetischem Abstand zunehmende Unterschiede auf (MILLER und EBERHARDT, 1983). Nahezu 66 Prozent der Proteinkette des humanen und des bovinen STH sind identisch, dennoch zeigen die tierischen Hormone beim Menschen keine Wirkung (SCHEUNERT/TRAUTMANN, 1987). Auch nach systemischer Anwendung bleibt bovines Somatotropin im menschlichen Organismus wirkungslos (TESKE, 1987). DÖCKE (1981) schreibt die große Speziespezifität den unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften des Somatotropins zu. Auch TANNER (1972) erklärt, daß bovines Wachs-

tumshormon im menschlichen Organismus inaktiv bleibt. Selbst die orale Aufnahme des Hormons führt zu keinerlei Wirkung, denn hier sorgen Proteasen im Verdauungstrakt für die enzymatische Inaktivierung (HART und BINES, 1985; VANDAELE, 1986; BALDWIN und MIDDLETON, 1987; GRAVERT, 1987; KARG, 1988).

2.1.2 Synthese und Freisetzung

Als Syntheseort nennen DÖCKE (1981), ECKERT (1986) und SCHEUNERT/TRAUTMANN (1987) in Übereinstimmung die acidophilen Zellen des Hypophysenvorderlappens. Die Regulation der Synthese und der Freisetzung von Somatotropin wird durch den übergeordneten Hypothalamus kontrolliert. Neurosekretorische Zellen des Hypothalamus produzieren einerseits Releasing Hormone (GHRH) und andererseits Inhibiting Hormone (Somatostatin) (BAILE und BUONOMO, 1987). Über ein Pfortadersystem stehen der Hypothalamus und der Hypophysenvorderlappen miteinander in Verbindung. Je nachdem, ob nun die Releasing Hormone oder die Inhibiting Hormone überwiegen, kommt es zu einer Stimulierung oder Unterdrückung der Somatotropinsekretion (KRULICH et al. 1968; SCHALLY et al. 1973; ECKERT, 1986).

Die neurohumorale Regulation der Stimulierung und der Hemmung der Wachstumshormonsekretion stellt ein sehr komplexes und in seiner Vielschichtigkeit noch nicht endgültig geklärtes Geschehen dar (BALDWIN und MIDDLETON, 1987). Das aus dem Hypothalamus stammende Wachstumshormon-Releasing-Hormon, auch Growth Hormone Releasing Hormone

(GHRH) genannt, besteht aus 44 Aminosäuren und bewirkt die vermehrte Sekretion von Wachstumshormon. Einen analogen Anstieg von Wachstumshormon kann man auch durch intravenöse Injektion von GHRH erreichen, wie die Arbeit von ENRIGHT et al. (1986) zeigt. Das zum GHRH antagonistisch wirkende Somatostatin besteht ebenfalls aus einer Eiweißkette (14 Aminosäuren) und hemmt die Wachstumshormonfreisetzung. Dieses ursprünglich aus dem Hypothalamus isolierte Hormon konnte von BROCKMAN und LAARVELD (1986) als drittes Pankreashormon nachgewiesen werden und wird vermutlich auch im Interstitium gebildet (KARG, 1988).

2.1.3 Biologische Wirkung

Bereits ASCHNER (1909) erkennt in seinen Untersuchungen an Hunden, daß zwischen dem Wachstum und der Hypophyse ein wesentlicher Zusammenhang besteht. KARG (1987) spricht von einer multifaktoriellen Regulation des Wachstums und meint damit eine integrierte Aktion mehrerer definierter Systeme im Sinne eines vielschichtigen Wechselspiels der Hormone (BAUMANN und CURRIE, 1980). SPENCER (1985) ist der Meinung, daß das Wachstum einen komplexen Vorgang darstellt, bei dessen Kontrolle dem Somatotropin eine zentrale Bedeutung zukommt. Hierbei zeigt das Wachstumshormon sowohl anabole als auch katabole Wirkungsweisen. Diese im Grunde gegensätzlichen Mechanismen wirken letztlich synergistisch (KRONFELD et al. 1982), was nachfolgend gezeigt werden soll. Auf die übergeordnete Bedeutung des Wachstumshormons

bei der Steuerung des Gesamtorganismus nach Abschluß der Embryonalphase macht SCHEUNERT/TRAUTMANN (1987) aufmerksam. Für DÖCKE (1981) ist es in erster Linie die ausgesprochene anabole Potenz dieses Hormons, die es hervorzuheben gilt.

Die eigentliche Wachstumswirkung des Somatotropins und ein Teil seiner Stoffwechselwirkungen erfolgen nicht durch das Hormon selbst, sondern über die sogenannten Somatomedine. Die Somatomedine sind Polypeptide. Das Somatomedin C, welches auch als Insulin Like Growth Faktor 1 (IGF-1) bezeichnet wird, setzt sich aus einer Kette von 70 Aminosäuren zusammen. Es besitzt anabole Wirkung auf zahlreiche Gewebe, unter anderem auf die Muskulatur, das Fettgewebe und das Euter. Von Interesse ist der Befund von SEJRSEN et al. (1986) bei eineiigen Zwillingen, daß eine Behandlung mit Wachstumshormon während der Mammagenese in der Pupertät zu einer Zunahme des Drüsengewebes auf Kosten von Fett- und Bindegewebe führt. Die Bildung der Somatomedine in der Leber, konditioniert durch Insulin, und wahrscheinlich auch in anderen Geweben, von wo aus sie zu ihren spezifischen Erfolgsorganen transportiert werden, wird durch das Wachstumshormon induziert (KARG, 1987).

Abhängig von der jeweiligen Energiebilanz in der sich die Tiere befinden, kann Wachstumshormon sowohl anabol als auch katabol wirken. Seine anabole Wirkung erfolgt über den Wachstumsfaktor IGF-1, der unmittelbar die Muskulatur und die Milchdrüse stimuliert unter der Voraussetzung, daß den Tieren genügend Energie zur Verfügung

steht. Die Abhängigkeit von Insulin bedeutet, daß bei Energiemangel (Laktationsmaximum, Hunger) der IGF-1-Spiegel abfällt. Dadurch kommt es über das Hypothalamus-Hypophysen-System zu einer verstärkten Sekretion von Wachstumshormon, das dann insbesondere mit seiner katabolen Wirkungsweise die Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven (Lipolyse) fördert und somit für eine Nährstoffversorgung zugunsten gut durchbluteter Organe (Muskel, laktierendes Euter) sorgt (SPENCER, 1985; KARG, 1988).

2.1.4 Auswirkung auf den Proteinstoffwechsel

Somatotropin besitzt eine deutliche proteinanabole Wirkung (BUTTERY, 1983). Diese anabole Wirkungsweise erfolgt indirekt über den Wachstumsfaktor IGF-1 (BALDWIN und MIDDLETON, 1987; KARG, 1988). RABENS (1973) Aussage zufolge besteht die Hauptrolle des Wachstumshormons darin, Proteinreserven besonders während Perioden einer Energieunterversorgung zu schützen. Dies geschieht durch die Stimulierung der Aufnahme von Aminosäuren in das Proteingewebe. DÖCKE (1981) vertritt die Ansicht, daß Somatotropingaben zu einer Erhöhung der Proteinbiosynthese führen. Dieser Einfluß spielt sich vor allem auf der Ebene der Translation und der Transkription ab und ist durch eine erhöhte Syntheserate von Messenger-Ribonucleinsäure (m-RNA) nachweisbar. Eine erhöhte Stickstoffretention ist im Gesamtorganismus in Form einer positiven Stickstoffbilanz (TRENKLE, 1981; EISEMAN et al. 1986) bemerkbar.

2.1.5 Auswirkung auf den Fettstoffwechsel

Den Fettstoffwechsel beeinflußt das somatotrope Hormon katabol. Einerseits wird die Lipidsynthese gehemmt: der Aufbau von Fettsäuren aus Acetyl-CoA und deren Einbau ins Fettgewebe ist vermindert. Andererseits wird vermehrt Depotfett aus bestehenden Körperreserven freigesetzt. Durch Lipolyse kommt es somit zum Ansteigen der Konzentration der freien Fettsäuren im Blut, was aus zahlreichen Untersuchungen, unter anderem von BITMANN et al. (1983), TUCKER (1985), SPENCER (1985), METZ und van den BERGH (1977), McNAMARA und HILLERS (1986) und BASSET (1978) hervorgeht.

Nach neueren Untersuchungen, die mit hochgereinigtem bzw. rekombiniertem Somatotropin durchgeführt wurden, lassen erkennen, daß die spezifischen Veränderungen sehr von der jeweiligen Energiebilanz der behandelten Tiere abhängen. Befinden sich die Tiere in einer negativen Energiebilanz bzw. wird durch Somatotropin-gaben eine solche hervorgerufen, dann sind die Plasmawerte der freien Fettsäuren deutlich erhöht (EPPARD et al. 1985; McCUTCHEON und BAUMAN, 1986; RICHARD et al. 1985).

2.1.6 Auswirkung auf den Kohlenhydratstoffwechsel

Bei der Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels wirkt Somatotropin insulin-antagonistisch. Durch eine Hemmung der peripheren Glucoseutilisation (BAUMAN und CURRIE, 1980), hauptsächlich im Muskelgewebe, wird der Wirkungsgrad des Insulins verringert. Auch begünstigt Somatotropin eine vermehrte Freisetzung von Glucagon. Es kommt somit zum Ansteigen des Glucosespiegels im Blut unter STH-Einfluß. Aufgrund dieses diabetogenen Effektes (BUDDECKE, 1985) wird eine größere Insulinkonzentration benötigt, damit die Glucose in die Zellen peripherer Organe gelangen kann, um dort verstoffwechselt zu werden. In diesem Zusammenhang macht DÖCKE (1981) auch noch auf einen insulinartigen Effekt aufmerksam. Nach Gaben hoher Dosen des Hormons kommt es im Kurzversuch zu einer initialen Hypoglycämie. Im Verlauf des Versuchs steigt der Blutzuckerspiegel jedoch nach einigen Stunden wieder deutlich an. Eine verstärkte Gluconeogenese und eine vermehrte Glykogenolyse in der Leber führen letztlich zu einer Hyperglycämie (BASSET, 1978; BAIRD, 1981). HART et al. (1984) bestätigen die erhöhte Glucoseproduktion aus Propionat anhand von Leberbiopsien.

2.1.7 Auswirkung auf die Laktation

Bei Hochleistungskühen sind der Plasmaspiegel und die Sekretionsrate von Somatotropin in der Zeit der mengenmäßig größten Milchleistung deutlich erhöht (KOPROWSKI und TUCKER, 1973; SMITH et al. 1976; HART et al. 1980; VASILATOS und WANGSNESS, 1980). Die maßgebliche Beteiligung dieses Hormons am Stoffwechselgeschehen während der Hochlaktation kommt dadurch zum Ausdruck. Die genannten Einflüsse auf den Protein-, Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel haben sehr wesentlichen Anteil an der Bereitstellung der benötigten Substanzen für die Milchbildung (KRONFELD et al. 1982; BLUM, 1983; GRAF, 1984; McNAMARA et al. 1983; COLLIER et al. 1984; TRENKLE, 1981). Auf diese Weise wird das mamäre Gewebe vermehrt mit für die Milchsynthese wichtigen Präkursoren versorgt. Versuche mit Injektion von Wachstumshormon bei laktierenden Kühen über einen längeren Zeitraum zeigten einen deutlich milchleistungssteigernden Effekt des Hormons (SHAW et al. 1954; PEEL et al. 1981; POCIUS und HERBEIN, 1986; TUCKER, 1981). Hieraus ziehen BAUMAN et al. (1985), BINES et al. (1980), TYRELL et al. (1982) und BALDWIN et al. (1985) den Schluß, die Wirkung des Somatotropins beruhe hauptsächlich in einer günstigen Umverteilung der Nährstoffe im Organismus.

2.1.8 Einfluß auf die Milchleistung

Aufgrund der verwendeten Präparate scheint folgende Einteilung der bisherigen Versuche sinnvoll:

- a) Versuche mit nur grobgereinigten Extrakten des Hypophysenvorderlappens
- b) Versuche mit hochgereinigtem, hypophysärem Wachstumshormon oder mit gentechnologisch hergestelltem Somatotropin

Die Untersuchungen, bei denen Hypophysenvorderlappenextrakte zum Einsatz kommen, machen in zweierlei Hinsicht eine gesonderte Betrachtung nötig. Zum einen erfolgt in der Regel nur eine sehr ungenaue Mengenangabe der verabreichten Präparate und zum andern weisen die verwendeten Extraktzubereitungen zum Teil doch recht erhebliche Mengen noch anderer laktogener Wirkstoffe (z. B. thyreotropes Hormon) auf. Auch WRENN und SYKES (1953) sowie EPPARD et al. (1985) treffen diese Feststellung. Dies relativiert die dabei erhaltenen Resultate und ist wahrscheinlich mitverantwortlich für die verhältnismäßig deutliche Milchleistungssteigerung.

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der Experimente zu a), die unter Anwendung von Hypophysenvorderlappenextrakten durchgeführt worden sind.

Tabelle 1: Ergebnisse bei Applikation von Hypophysenvorderlappenextrakt

Autor	Jahr	Präparat/Dosis	Applikation	Tierzahl/Rasse	Milchproduktion
ASIMOV und KROUZE	1937	50 ml HVL-Extrakt = ca. 6g Hypophysen- gewebe	subkutan einmalig/ z. T. 2-malig	600 Kühe 10 verschiedene Rassen	ca. 20 % Milchmenge
FOLLEY und YOUNG	1938	15 ml HVL-Extrakt 30 ml HVL-Extrakt = 5/10 g HVL-Gewebe	subkutan	12 Dairy-Shorthorn	10,3 % 11,6 % Milchmenge
COTES et al.	1939	HVL-Extrakt = 15, 30, 60 mg STH	unbekannt	unbekannt	6,3 - 8,5 % Milchmenge
SYKES et al.	1944	500 mg HVL-Extrakt	subkutan	4 Holstein-Kühe	Milchfettanstieg
FAWNS et al.	1945	10 ml HVL-Extrakt = 2,5 g frisches od. 0,5 g getrocknetes HVL-Gewebe	subkutan alle 2 Tage	15 South-Devon Kühe	8,1 % Milchmenge
DONKER und PETERSON	1951	Wachstumshormon- Präparat Dosis unbekannt	subkutan intramuskulär	7 Kühe	4,4 - 36,4 % Milchmenge
SHAW et al.	1954	10 ml HVL-Extrakt = 100 mg STH	intramuskulär täglich	3 Holstein Kühe 1 Ayrshire 1 Guernsey 1 Jersey	bis zu 46 % Milchmenge
BRUMBY und HANCOCK	1955	50 mg STH/täglich	subkutan	12 Zwillingskühe	44,7 % Milchmenge

HVL = Hypophysenvorderlappen

STH = Somatotropin

Die Ergebnisse der bisher veröffentlichten Untersuchungen zu b) gehen aus der Tabelle 2 hervor. Die Versuche wurden zumeist an Tieren mit mittlerer bis hoher Laktationsleistung durchgeführt. Von acht Ausnahmen abgesehen, wurden ausschließlich Holstein-Friesian-Kühe verwendet. BINES et al. (1980) verwenden neben Holstein-Kühen noch zwei Hereford-Kreuzungskühe und stellen keinen Rassenunterschied fest, denn in beiden Gruppen wird die Milchleistung durch die Wachstumshormongaben um 15 % gesteigert. Auch PEEL et al. (1985), die British-Friesian und British-Friesian mit Jersey-Einkreuzung und mit Shorthorn-Einkreuzung untersuchen, kommen zu diesem Ergebnis. ELVINGER et al. (1987) verwenden zwar zusätzlich Jersey-Kühe, geben aber die Ergebnisse der Jersey-Kühe nicht getrennt von den übrigen Kühen ihres Versuches an. McNAMARA et al. (1983) benutzen ausschließlich Jersey-Kühe. Die erzielte Milchleistungssteigerung von 18,7 % bewegt sich in der Größenordnung, wie sie auch von anderen, in Tabelle 2 genannten, Autoren berichtet wird. Zusammenfassend stellen ANNEXSTAD und OTTERBY (1987) fest, daß wahrscheinlich Kühe aller Milchrassen in ähnlicher Weise auf BST-Gaben ansprechen und daß bisher nicht genügend Tiere anderer Rassen, außer den zumeist verwendeten Holstein-Kühen untersucht wurden, um gezielte Rassenvergleiche anstellen zu können. Keine Rassenangabe machen SODERHOLM et al. (1986), CHALUPA et al. (1986), PEEL et al. (1985) und ANNEXSTAD et al. (1987).

Die Tierzahlen schwanken zwischen wenigstens vier und höchstens 48 Kühen je nach Versuch, durch-

schnittlich errechnen sich 18 Kühe je Experiment. Die Konzentrationsangabe der applizierten Somatotropinmengen erfolgt entweder in Milligramm (mg) oder in Internationalen Einheiten (I. E). Da die Mengenangaben der verwendeten Hormonpräparate nicht einheitlich erfolgen, ist ein Vergleich der Versuchsergebnisse nicht ohne weiteres möglich. Es wird entweder hochgereinigtes, aus der Adenohypophyse gewonnenes, bovines Wachstumshormon oder aber gentechnisch hergestelltes, rekombiniertes, bovines Somatotropin eingesetzt. Der milchleistungssteigernde Effekt nach Somatotropinbehandlung schwankt zwischen 2,2 % und 41,2 % bezogen auf die Tagesleistung während der befristeten Behandlungszeit. Im Durchschnitt wird eine Leistungssteigerung von 17,8 % erreicht bei täglicher intramuskulärer oder subkutaner Injektion. Keiner der genannten Untersucher konnte das von BAUMAN et al. (1985) erzielte Ergebnis von 41,2 % Steigerung erreichen.

Daß BST nicht nur bei täglicher Injektion wirksam ist, sondern auch, wenn es in Depotform gegeben wird, demonstrieren FARRIES und PROFITTLICH (1986), ROHR et al. (1986), OLDENBROEK et al. (1987) und RIJPKEMA et al. (1987) und MCGUFFEY et al. (1987). Im Abstand von jeweils 28 Tagen verabreichen sie 960 mg BST. Die von RIJPKEMA et al. benutzte Dosis des applizierten Präparates liegt bei 500 mg BST. Die Zeitabstände zwischen den Injektionen betragen bei ihnen nur 14 Tage. Dadurch wird die Milchleistung um 5,5 bis 19,5 % gesteigert. In einem weiteren Versuch variiert MCGUFFEY et al. (1987) sowohl die Dosis (320, 640 und 960 mg) als auch die Behandlungsintervalle (14, 21

und 28 Tage). Hierbei lassen sich aber keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Menge an verabreichtem BST, der Häufigkeit der Injektion und den gemessenen Laktationsparametern erkennen. Die Milchleistung einer Kuh ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Nur ein völlig organisch gesundes Tier kann bei optimalem Betriebsmanagement eine maximale Leistung erbringen. In diesem Faktorenkomplex stellt das Wachstumshormon nur einen Faktor unter vielen dar. Dies kann zumindest mit eine Erklärung dafür sein, weshalb Somatotropingaben bei Milchkühen zu so unterschiedlichen Ergebnissen führen (GRAVERT, 1987).

Tabelle 2. Ergebnisse bei Applikation von hochgereinigtem hypophysärem oder gentechnisch hergestelltem Somatotropin

Autor	Jahr	Dosis/Tag	Applikation	Start p.p. in Tagen	Beobachtungsdauer in Wochen	Ertrag in %	Mehrprodukt in % (kg/Tag)
BULLIS et al.	1984	50 mg, a	im	-	10	17	7,4 - 7,7
MACHLIN	1973	15 - 33 mg, a	sc	-	4 - 11	17	7,3 - 24,9
BINES et al.	1980	30 mg, a	sc	7 Monate	7	4	15
FEEL et al.	1981	51,5 I.E., a	sc	74	11	4	7,5
FEEL et al.	1982	51,5 I.E., a	sc	81	11	4	15,2
BAUMAN et al.	1982	25 mg, a, b	sc	92	8	12	10,5 - 12,5
FRONK et al.	1983	51,5 I.E., a	sc	245	10	4	29,9
FEEL et al.	1983	51,5 I.E., a	sc	12. Woche	11	4	15,2
		51,5 I.E., a	sc	35. Woche	11	4	30,5
McNAMARA et al.	1983	51,5 I.E., a	sc	-	11	4	18,7
FEEL et al.	1985	50 mg, a	sc	20	154	17	17,6
EPPARD et al.	1985	5 - 100 I.E.,	sc	192	10	4	7,1 - 31,1
RICHARD et al.	1985	50 I.E., a	sc	20/60	10	8	6,1 - 12,5
BAUMAN et al.	1985	19 - 57 I.E. a, b	im	84	188	30	16,9 - 41,1
FRENCH et al.	1986	30 mg	-	104	8	12	16,1
LOUGH et al.	1986	50 I.E.	-	244	10	3	21,2
MOLLETT et al.	1986	13,5 - 40,5 mg a, b	im	80	189	30	2,2 - 12,5

a = hypophysäres STH b = rekombiniertes STH

Fortsetzung Tabelle 2:

Autor	Jahr	Dosis/Tag	Applikation	Start p.p. in Tagen	Dauer	Tierzahl	Mehrproduktion in % (kg/Tag)
ZOA MBOE et al.	1986	25 mg	-	96	28	30	5,5
KIK und COOK	1986	25 mg	-	35	49	48	19
SODERHOLM et al.	1986	12,5 - 50 mg, b	-	-	266	36	10,2 - 30,5
HUTCHINSON et al.	1986	13,5 - 40,5 mg a, b	im	84	188	30	7,7 - 30,7
CHALUPA et al.	1986	12,5 - 50 mg, b	-	28	266	30	21,9 - 27,3
BAIRD et al.	1986	12,5 - 50 mg, b	sc	28	266	32	17,9 - 19,1
POCIUS et al.	1986	50 I. E., a	sc	121	11	8	22,0
ELVINGER et al.	1987	6,5 - 25 mg, b	sc	32	273	36	20,9 - 38,9
STAPLES et al.	1987	50 I. E., a	-	201	10	10	8,5
THOMAS et al.	1987	12,5 - 50 mg, b	-	35	294	18	16,6 - 23,2
BURTON et al.	1987	12,5 - 15 mg, b	sc	32	266	40	14,2 - 15,4
ANNEXSTAD et al.	1987	12,5 - 40 mg, b	-	35	259	26	6,4 - 35,9
McGUFFEY et al.	1987	960 mg/28 Tage b	sc	-	112	14	17,9
OLDENBROEK et al.	1987	960 mg/28 Tage b	-	98	168	-	19,5
RIJPKEMA et al.	1987	500 mg/14 Tage b	-	63	224	-	18,5
ROHR et al.	1986	960 mg/28 Tage b	-	53	168	-	12,0
FARRIES und PROFITTLICH	1986	960 mg/28 Tage b	sc	60	168	48	5,5

2.1.8.1 Dosis-Wirkungsbeziehung

Tabelle 3 gibt eine Ergebnisübersicht derjenigen Experimente, bei denen unterschiedliche Mengen an STH in den verwendeten Präparaten zur Anwendung kamen. Es wurde minimal 3,9 und maximal 76,9 mg STH unterschiedlicher Konzentration (1,0 I. E. bis 1,9 I. E./mg) gegeben. Bei täglicher Injektion von 27 mg rSTH erzielten MOLLETT et al. (1986) 2,2 % Milchleistungssteigerung. BAUMAN et al. (1985) erreichen bei ebenfalls täglicher Applikation von 40,5 mg (1,4 I. E./mg) rSTH eine Steigerung der Milchmenge um 41,2 %. Eine Ausnahme hiervon machen COTES et al. (1949), die nur einmalig während des gesamten Versuches injizieren. Die galaktopoetische Wirkung ihres Hypophysenvorderlappenextraktes läßt kaum eine Dosisabhängigkeit erkennen. Auch die Ergebnisse der übrigen Autoren geben keine Anhaltspunkte für eine direkte proportionale Abhängigkeit zwischen der Milchmehrproduktion und der gegebenen Menge an Somatotropin. Um die Tabelle etwas zu vereinheitlichen, wurden die Dosisangaben von EPPARD et al. (1985) unter Berücksichtigung der spezifischen Wirkungsaktivität (1,3 I.E./mg) des benutzten Somatotropins auf Milligrammangaben umgerechnet. Klar ist aus der Auflistung zu ersehen, daß schon relativ geringe Mengen an Somatotropin einen milchleistungssteigernden Effekt besitzen. Die maximale Wirkung scheint bei Injektion von 20 bis 30 mg Somatotropin zu liegen. Eine weitere Dosissteigerung bewirkt keine entsprechende Zunahme der Milchleistung mehr (EPPARD et al. 1985). Zum Teil scheint sich eine weitere Erhöhung der Dosis

sogar depressiv auf die Milchleistung auszuwirken (SODERHOLM et al. 1986).

Gentechnisch hergestelltes, rekombiniertes Wachstumshormon besitzt anscheinend eine größere milchleistungssteigernde Potenz als vergleichbares aus der Hypophyse extrahiertes Material (HUTCHINSON et al. 1986; BAUMAN et al. 1985). Von auffallend niedrigen Ergebnissen im Gegensatz zu den übrigen Resultaten berichten MOLLETT et al. (1986). Eine 12,6-prozentige Erhöhung der Milchleistung bei Injektion von 13,5 mg von rekombiniertem, bovinem Wachstumshormon liegt durchaus noch im Rahmen dessen, was von anderer Seite ebenfalls beschrieben wird. Frappierend jedoch ist, daß durch eine Verdoppelung bzw. Verdreifachung der injizierten Wirkstoffmenge nur eine Mehrproduktion von 2,2 % respektive 4,4 % bedingt wird. Die vergleichsweise geringen Steigerungsraten führen die Autoren auf ungünstige Umweltbedingungen (hohe Temperaturen und Feuchtigkeit) während des Versuchszeitraumes zurück.

Tabelle 3: Dosis - Wirkungbeziehung von STH-Gaben bei Kühen

Autor	Präparat	Dosis/Tag in mg	Applikation	Milchleistung Steigerung in %
COTES et al. 1949	STH	15	-	6,3
		30		9,5
		60		7,1
MACHLIN 1973	STH	15 (1)	sc	10,5
		30 (1)		10,2
		30 (2)		7,2
		30 (1)		24,5
		20 (2)		12,1
BAUMAN et al. 1992	STH	25 (4)	sc	10,3
	rSTH	25 (4)		12,9
EPPARD et al. 1985	STH	3,9 (3)	sc	7,9
		7,7 (3)		7,1
		19,2 (3)		19,0
		38,5 (3)		28,5
		76,9 (3)		31,8
BAUMAN et al. 1985	STH	27 (4)	im	16,9
	rSTH	13,5 (4)		23,3
	rSTH	27 (4)		36,2
	rSTH	40,5 (4)		41,2
MOLLETT et al. 1986	STH	27	im	4,3
	rSTH	13,5		12,6
	rSTH	27		2,2
	rSTH	40,5		4,4
SODERHOLM et al. 1986	rSTH	12,5	-	10,2
	rSTH	25		30,5
	rSTH	50		23,9
HUTCHINSON et al. 1986	STH	27	im	7,7
	rSTH	13,5		30,7
	rSTH	27		26,9
	rSTH	40,5		19,2
CHALUFA et al. 1986	rSTH	12,5	-	23,6
	rSTH	25		21,9
	rSTH	50		27,3

sc = subkutan

im = intramuskulär

STH = Somatotropin

rSTH = rekombiniertes Somatotropin

(1) = 1,0 I.E./mg

(2) = 1,9 I.E./mg

(3) = 1,3 I.E./mg

(4) = 1,4 I.E./mg

2.1.8.2 Einfluß auf die Milchezusammensetzung

Drei wesentliche Bestandteile der Milch sind Fett, Eiweiß und Laktose. Die prozentualen Anteile der genannten Milchinhaltsstoffe unterliegen im Laufe der Laktation einer gewissen physiologischen Gesetzmäßigkeit. Eiweiß- und Fettgehalt nehmen in den ersten acht Wochen der Laktation etwas ab, um dann stetig bis zum Laktationsende anzusteigen. Der Laktosegehalt bleibt hingegen fast unverändert; er fällt nur minimal während der gesamten Milchleistungsdauer ab (SCHEUNERT/TRAUTMANN, 1987).

Grundsätzlich vertreten PEEL et al. (1982), SANDLES und PEEL (1985), ELVINGER et al. (1987), THOMAS et al. (1987) und ANNEXSTAD et al. (1987) die Auffassung, daß die Zusammensetzung der Milch auch bei längerdauernden Versuchen mit Wachstumshormon keine Veränderung erfährt. Aus Untersuchungen neueren Datums von PEEL und BAUMAN (1987) geht hervor, daß sich der MilCHFettgehalt in Abhängigkeit von der Energiesituation, in der sich die Kühe befinden, ändert. Führt eine Somatotropinbehandlung die Kuh in eine negative Energiebilanz, dann steigt der MilCHFettgehalt an. In diesem Fall übertrifft die prozentuale Zunahme des Fettgehaltes die Milchmengen Zunahme deutlich. Weisen die Tiere jedoch eine positive Energiebilanz auf, hat dies keine Änderung des MilCHFettprozentsatzes zur Folge. Der Kurvenverlauf der MilCHFettmenge ist dem der Milchmenge parallel. Diese Aussage wird auch von FRONK et al. (1983), BAUMAN et al. (1985), EPPARD et al. (1985), RICHARD et al. (1985), FRENCH et al.

(1986), ZOA MBOE et al. (1986) und von POCIUS und HERBEIN (1986) bestätigt.

Ähnlich verhält es sich mit dem Milcheiweißgehalt. Der relative Eiweißgehalt scheint sehr eng mit der dem Tier täglich zur Verfügung stehenden Menge an Protein, welches im Pansen in Form von Mikrobeneiweiß gebildet wird, verbunden zu sein. Dieses Mikrobeneiweiß liefert den Hauptanteil zur Aminosäurenversorgung des Wirtstieres und ist in seiner Menge direkt proportional der Energiezufuhr (ROHR, 1988). Verschiedene Untersuchungen von PEEL et al. (1982, 1983), BAUMAN et al. (1985) und von PEEL und BAUMAN (1987) beschreiben eine deutliche Abhängigkeit des Milcheiweißprozentsatzes von der jeweiligen Stickstoffbilanz der Tiere. Bei positiver Stickstoffbilanz ändern sich die Eiweißprozentage in der Milch nicht. Der Anstieg der Milcheiweißmenge entspricht somit prozentual dem Anstieg des absoluten Milchertrages. Auch zusätzlich postruminal verabreichtes Protein führt zu keiner weiteren Erhöhung der Proteinmenge in der Milch (PEEL et al. 1982). Eine negative Stickstoffbilanz, welche durch Somatotropingabe hervorgerufen werden bzw. verstärkt werden kann, senkt den Milcheiweißgehalt, obwohl wegen der steigenden Milchmenge die absolute Eiweißmenge zunimmt. Neben PEEL et al. (1981) bestätigen dies auch LOUGH et al. (1986).

2.1.9 Einfluß auf die Futteraufnahme und auf die Futterverwertung

Somatotropin zeigt bei gezielter Anwendung positive Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit von laktierenden Kühen und führt zu einer Verbesserung der Futterverwertung (KIRCHGESSNER, 1987). GRAVERT (1985) beobachtet, daß Milchkühe erst 10 bis 12 Wochen post partum ihr Maximum bei der Nahrungsaufnahme erreichen, wohingegen die größtmögliche Milchleistung bereits nach vier bis acht Wochen nach dem Abkalben erreicht wird.

Von dieser physiologischen Situation ausgehend, erscheint es sinnvoll, die Aufnahme und die Verwertung des Futters unter dem Einfluß von exogenen Wachstumshormongaben darzustellen. Mehrere Autoren machen diesbezüglich zum Teil recht gegensätzliche Aussagen. PEEL et al. (1982) und FRENCH et al. (1986) vertreten die Ansicht, exogen zugeführtes Somatotropin besitze keine Auswirkung auf die quantitative Aufnahme an Futtertrockensubstanz. Auch für BINES et al. (1980) sind weder die Grund- noch die Kraftfutteraufnahme beeinflußt.

In neueren Studien sind PEEL und Bauman (1987) der Meinung, die Kühe paßten ihre Nahrungsaufnahme über längere Zeit gesehen der gesteigerten Milchleistung an und zwar in gleicher Weise nach Verabreichung von gentechnologisch hergestelltem Somatotropin (BAUMAN et al. 1985) wie nach Applikation von hypophysärem Wachstumshormon (PEEL et al. 1985). Gleiches wird auch durch SANDLES und PEEL (1985) bestätigt. In ihrem 22 Wochen dauernden Versuch ist die Futteraufnahme der Tiere deutlich erhöht, die Futterverwertung ist aber nicht signifikant verbessert.

Aus früheren Studien von PEEL et al. (1983) geht hervor, daß Wachstumshormongaben die Futteraufnahme zu verschiedenen Laktationsstadien unterschiedlich stark beeinflussen. So ist die Futteraufnahme bei Versuchsbeginn in der 12. Woche p. p. um 3 %, bei Versuchsbeginn in der 35. Woche p. p. um 16 % verringert bei gleichzeitig erhöhter Milchleistung. FRONK et al. (1983) berichten von einer um 9 % verminderten Futtertrockensubstanzaufnahme bei durchschnittlich 31 % Milchleistungssteigerung, was mit einer 47-%igen Steigerung der Futterverwertung gleichzusetzen ist. Auch die Untersuchung von MOLLETT et al. (1986) gibt Auskunft über eine mengenmäßig verminderte Futteraufnahme.

Ein Ansteigen der Milchleistung nach STH-Applikation geht gemäß SPENCER (1985) oftmals mit einer effizienteren Futterverwertung einher, weil dadurch der Erhaltungsbedarf der Kühe zugunsten des Leistungsbedarfes abnimmt, was auch von PEEL und BAUMAN (1987) berichtet wird. GRAVERTs Aussagen (1985) zufolge besteht zwischen Laktationsleistung und Futterverwertung eine enge genetische Korrelation.

Die Tabelle 4 verdeutlicht die Auswirkungen von exogenen Wachstumshormongaben auf die Veränderung der Futterverwertung.

Die Futterzuteilung erfolgt, von zwei Ausnahmen abgesehen, grundsätzlich ad libitum. Bereits BRUMBY und HANCOCK (1955) erkennen, daß die Futterverwertung nach Verabreichung von Wachstumshormon erhöht ist. Für HUTTON et al. (1957) bestehen zwischen Somatotropingaben und der Futterverwertung der Futtertrockensubstanz in Milch eine direkte lineare Beziehung. Die prozentuale Steigerung der Futterverwertung der einzelnen Untersuchungen schwankt mit minimal vier bis

maximal 57 Prozent sehr erheblich. Durchschnittlich wird durch Wachstumshormongaben eine Verbesserung der Futterverwertung um 21,9 % erreicht. Aus Tabelle 4 ist zu ersehen, daß die Futterverwertung bei nur einigen Tagen dauernden Versuchen (FRONK et al., 1983; PEEL et al., 1983; POCIUS und HERBEIN, 1986) deutlich höher liegt als bei den Langzeitversuchen (BAUMAN et al., 1985; BURTON et al., 1987). GRAVERT (1988) begründet dies damit, daß gerade zu Beginn der BST-Behandlung die Futterverwertung stark steigt, weil die Futteraufnahme erst mit einer Verzögerung von vier bis sechs Wochen der erhöhten Milchleistung folgt. Diese Aussage bedarf einer gewissen Einschränkung, da es schwierig ist, die Futterverwertung in so kurzfristigen Versuchen genau genug zu erfassen.

BAUMAN et al. (1982, 1985) verwenden sowohl hypophysäres als auch rekombiniertes Wachstumshormon. Beide scheinen die Futterverwertung in gleicher Weise zu beeinflussen.

Tabelle 4: Steigerung der Futterverwertung durch STH-Applikation bei Kühen
 (erhaltene Milch-kg/aufgenommene Futter-kg)
 (modifiziert nach KARG und MAVER, 1987)

Autor	Jahr	Start p.p. in Tagen	Dauer	Präparat	Fütterung	Futterverwertung Steigerung in %
BRUMBY und HANCOCK	1955	72	84	STH	ad lib	erhöht
HUTTON et al.	1957	63 - 98	77	STH	-	direkte lineare Beziehung
MACHLIN	1973	-	4 - 10	STH	ad lib	29
FEEL et al.	1982	81	10	STH	ad lib	18
BAUMAN et al.	1982	92	6	STH	-	10
		92	6	rSTH	-	15
FRONK et al.	1983	245	10	STH	ad lib	47
FEEL et al.	1983	12 Wo	10	STH	ad lib	18
		35 Wo	10	STH	ad lib	57
BAUMAN et al.	1985	84	188	STH	ad lib	4
		84	188	rSTH	ad lib	12
RICHARD et al.	1985	20	10	STH	ad lib	16
		60	10	STH	ad lib	18
McCUTCHEON et al.	1986	253	12	STH	ad lib	16
POCIUS und HERBEIN	1986	121	11	STH	ad lib	36
BURTON et al.	1987	32	266	rSTH	-	11

STH = Somatotropin rSTH = rekombiniertes Somatotropin
 ad lib = ad libitum

2.1.10 Einfluß auf das Körpergewicht

Zu Beginn der Laktation steigt die Laktationskurve rasch und steil an (HUTH und v. SCHUTZBAR, 1981). Etwa vier bis acht Wochen post partum geben die Kühe die größte Milchmenge pro Tag (Laktationsmaximum). Das Maximum der Futteraufnahme erreichen sie erst zirka zehn bis zwölf Wochen nach dem Abkalben. Aufgrund dieser physiologischen Gegebenheiten sollte eine Behandlung der Kühe mit BST nicht vor der zehnten Laktationswoche beginnen (GRAVERT, 1987). Eine bedarfsdeckende Nährstoffversorgung zu Beginn der Laktation ist bei den heutigen Hochleistungskühen oft auch bei optimaler Fütterung nur schwer zu gewährleisten. Während der kritischen Phase nach dem Abkalben nehmen die Tiere unter praktischen Fütterungsbedingungen nicht soviel an Nährstoffen, insbesondere an Energie, auf, wie ihrer tatsächlichen Milchleistung entspricht. Die Kühe versuchen, dieses nutritive Defizit durch Mobilisierung von Körperreserven zu kompensieren (KIRCHGESSNER, 1987). Die Höhe des Verlustes an Körpersubstanz steht in direktem Zusammenhang mit dem Ausmaß an energetischer Unterversorgung am Laktationsanfang. (FARRIES, 1981; FARRIES und DJAMÄI, 1971; BAUMANN und CURRIE, 1980; GRAVERT, 1985).

Inwieweit exogen zugeführtes Somatotropin diesen Sachverhalt beeinflußt, ist wenig untersucht. Das Hauptaugenmerk in den meisten der bisherigen Untersuchungen galt primär der Feststellung der Milchleistungssteigerung und weniger der Änderung des Körpergewichtes. Deshalb liegen auch nur

wenige Ergebnisse vor. Über den Zusammenhang von Somatotropin-Gaben auf Veränderungen des Körpergewichtes bei Milchkühen machen die Autoren, wenn überhaupt, nur sehr ungenaue Angaben. Keine sonderlich große Aussagekraft besitzt die Äußerung von ASIMOV und KROUZE (1937), die lediglich von einer leichten Zunahme des Lebendgewichtes bei einer großen Anzahl ihrer Versuchstiere berichten.

Wesentlich konkreter in dieser Hinsicht werden BRUMBY und HANCOCK (1955), für die von außen zugeführtes Wachstumshormon keine feststellbaren Unterschiede im Körpergewicht zwischen behandelten Tieren und Kontrolltieren während der Dauer ihres Experiments bewirkt. Auch in Untersuchungen neueren Datums, mit zum Teil monatelanger, täglicher Hormonapplikation (PEEL et al. 1985, BAUMAN et al. 1985; MOLLETT et al. 1986; SODERHOLM et al. 1986; ELVINGER et al. 1987) kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Als einziger verwenden MCGUFFEY et al. (1987) rekombiniertes Somatotropin in Depotform. Ihr über 84 Tage währender Versuch führt zum gleichen Resultat. Im Gegensatz hierzu berichten BURTON et al. (1987) von signifikant geringerer Gewichtszunahme bei mit rekombiniertem Somatotropin behandelten Kühen.

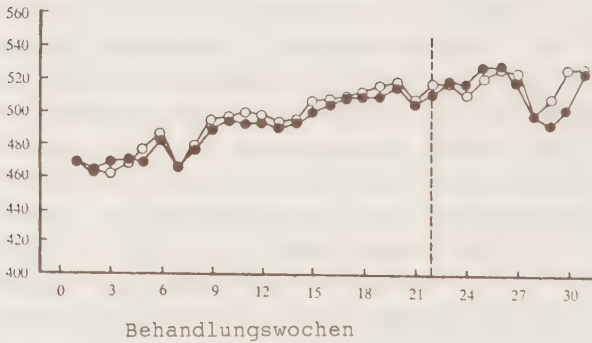
Interessant in diesem Zusammenhang erscheint die Arbeit von HART et al. (1975). Sie vergleichen Kühe einer ausgesprochenen Fleischrasse (Hereford-Kreuzung) mit ausgesprochenen Milchkühen (Friesian) während der ersten 15 Laktationswochen. Bei nur mäßiger Milchleistung nehmen die "Fleisch-Kühe" stetig an Gewicht zu, wohingegen

die "Milch-Kühe" bei hoher Milchleistung deutlich an Körpermasse einbüßen. Blutanalysen ergeben bei den milchleistungsbetonten Kühen einen signifikant höheren Wert an endogenem Somatotropin als bei den mehr fleischbetonten Tieren.

ROTH und KIRCHGESSNER (1988) berichten, daß die Anwendung von BST in der Mast zu einer vermehrten Proteinbildung bei verringertem Fettansatz führt. Da Eiweißgewebe ein wesentlich höheres Wasserbindungsvermögen als Fettgewebe besitzt, sind die täglichen Gewichtszunahmen bei Muskelzuwachs größer als bei entsprechendem Fettansatz. Der durch BST erzielte höhere Lebendmassezuwachs beruht folglich auf einer höheren Proteinbildung. Die Abbildung 1 verdeutlicht den Verlauf des Körpergewichts bei somatotropinbehandelten Tieren und unbehandelten Kontrolltieren während einer 22-wöchigen Versuchsreihe (PEEL et al. 1985). Den zehn Versuchstieren (British-Friesian, British-Friesian x Shorthorn, British-Friesian x Jersey) wurde mit dem Tag 20 post partum beginnend täglich 50 mg Somatotropin subkutan injiziert.

Abbildung 1: Vergleich Körpergewicht STH-behandelter Tiere zu unbehandelten Tieren
(PEEL et al. 1985)

Körpergewicht in kg



Zwischen den beiden Versuchsgruppen ist kein signifikanter Unterschied in der Änderung des Lebendgewichtes erkennbar. Der Kurvenverlauf der Gewichtsentwicklung der Tiere der verschiedenen Versuchsgruppen ist annähernd parallel und fast deckungsgleich.

Wachstumshormongaben scheinen demzufolge keinen merklich von der physiologischen Norm abweichenden Einfluß auf die Entwicklung des Lebendgewichtes bei Milchkühen während der Laktation zu haben. Ähnliches berichten auch BAUMAN et al.(1985).

2.1.11 Einfluß auf die Tiergesundheit

In einer Reihe von Langzeitversuchen (Versuchsdauer 10 - 27 Wochen) in denen sowohl hypophysäres als auch gentechnologisch hergestelltes Wachstumshormon zum Einsatz kam, konnten von BRUMBY und HANCOCK (1955), MACHLIN (1973), BAUMAN et al. (1985) und PEEL et al. (1985) keine negativen Einflüsse auf die Gesundheit der verwendeten Kühe gemacht werden. Für FARRIES und PROFITTLICH (1988) gibt es keinen Anhaltspunkt, der auf eine verstärkte Belastung des Organismus nach Wachstumshormongaben hinweisen würde, trotz erheblicher Leistungssteigerung.

Die von BINES und HART (1982) und von KRONFELD (1982) geäußerten Bedenken, daß BST-Behandlungen bei laktierenden Kühen zu akuten Beeinträchtigungen wie Mastitis, Ketose oder Milchfieber führen können, wurden nicht beobachtet. Dies bestätigen auch EPPARD et al. (1987); sie stellen weiterhin fest, daß die Konzeptions- und die Reproduktionsrate von BST-behandelten Kühen nicht von denen entsprechender Kontrolltiere abweicht. KARG (1988) vertritt die Ansicht, daß für eine Beurteilung der Auswirkung auf die Tiergesund-

heit ausreichende langjährige Erfahrungen noch nicht vorliegen. Nach den bisherigen Angaben sind für die Tiere nach BST-Gaben Belastungen zu erwarten, wie sie auch bei entsprechendem Zuchtfortschritt vorkommen, wie verlängerte Zwischenkalbezeit und erhöhte Besamungsindizes. Dieser negative Effekt einer Mehrleistung auf die Fruchtbarkeit kann im Falle einer BST-Behandlung dadurch umgangen werden, daß BST erst nach erfolgter Konzeption verabreicht wird.

3. MATERIAL und METHODE

3.1 Tiermaterial, Haltung und Fütterung

Als Versuchstiere standen 14 Kühe der Rasse Deutsches Fleckvieh aus dem Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Verfügung. Das Tiermaterial ist in den Tabellen 5 und 6 beschrieben. Sämtliche Tiere befanden sich in der ersten Laktation. Der Abkalbezeitraum erstreckte sich vom 26. 09. 1986 bis zum 26. 12. 1986. Das Körpergewicht der Kühe schwankte bei Versuchsbeginn zwischen 561 kg und 744 kg. Neben den Ergebnissen der ersten beiden Milchkontrollen, die im Rahmen der einmal monatlich stattfindenden Milchleistungsprüfung erfolgt, sind auch die Laktationsleistungen der Kühe dargestellt.

Die Tiere wurden etwa 14 Tage vor Versuchsbeginn von der Tieflaufstallhaltung in den Anbindestall überführt, wo auch die Milchproben gewonnen wurden. Die Kennzeichen dieses Stalles sind Kurzstände auf Gummimatten, Grabner-Anbindeketten an 40 Standplätzen, Gitterrost mit Treibmistkanal und Unterdruckentlüftung mit Ventilatorbetrieb.

Die Tiere erhielten als Grundfütterration 3 kg Wiesenheu, 16 kg Maissilage und 4 kg Grassilage über den ganzen Tag verteilt vorgelegt. Die Qualitätsbeurteilung wurde nach dem allgemein üblichen DLG-Schlüssel durchgeführt und ergab durchwegs die Qualitätsstufe gut. Diese Rationszusammensetzung wurde auch während der Zeit der Sommerfütterung bis Versuchsende beibehalten. Die Ration war so berechnet, daß sie für 10 kg Milchleistung ausreichte. Kühe, deren tägliche

Leistung zwischen 10 und 15 Milch-kg lag, erhielten 2 kg Ausgleichsfutter, bestehend aus: 38,5 % Soja, 42,7 % Hafer, 12,8 % Weizen, 4,3 % Mineralfutter und 1,7 % Kochsalz, um Protein- und Energieimbalancen der Grundfuttermischung auszugleichen. Zusätzlich wurde je 2,2 kg Milch, die täglich über 15 kg hinaus erbracht wurden, 1 kg Milchleistungsfutter mit folgender prozentualer Zusammensetzung verfüttert: Hafer (35), Gerste (30), Weizen (15), Soja (10), Leinmehl (7) und Mineralfutter (3). Die Futtermischung war so konzipiert, daß der Bedarf einer laktierenden Kuh gedeckt wird. Bei der Zusammenstellung der Ration wurden die Faustzahlen einer 650 kg schweren Kuh zugrunde gelegt (KIRCHGESSNER 1987). Der Erhaltungsbedarf wird demnach durch 37,7 MJ Nettoenergie-Laktation und 360 g verdauliches Rohprotein pro Tag, der Laktationsbedarf durch 3,17 MJ Nettoenergie-Laktation und 60 g verdauliches Rohprotein pro kg Milch (4 %) pro Tag gedeckt. Das unterschiedliche Körpergewicht der Versuchstiere wurde entsprechend berücksichtigt. Die Berechnung der individuellen Ration geschah wöchentlich, um die Futtermischung der veränderten Milchmenge anzupassen. Die Melkzeiten lagen zwischen 4.00 und 6.00 sowie 16.00 und 18.00 Uhr.

Tabelle 5: Tiermaterial der Versuchsgruppe A

Kuh Nr.	28	30	32	34	36	40	42
Geburtsjahr	1984	1984	1984	1984	1984	1984	1984
Kalbung							
Laktation	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Kalbedatum	071086	151086	231086	201186	261186	201286	261286
Körpergewicht (kg) zu Versuchsbeginn	546	744	501	624	564	526	475
1. Milchkontrolle							
Datum	131086	101186	101186	081286	081286	070187	070187
Milch kg	19,4	18,8	19,5	23,7	19,6	16,9	22,0
Fett %	4,58	3,55	4,04	4,66	6,22	3,96	4,27
Eiweiß %	3,51	3,31	3,14	3,15	3,54	3,57	3,10
2. Milchkontrolle							
Datum	101186	081286	081286	070187	070187	090287	090287
Milch kg	20,4	10,1	20,9	23,1	18,1	17,3	22,8
Fett %	3,60	2,20	4,40	4,24	4,96	3,76	3,73
Eiweiß %	3,09	3,38	3,21	2,87	2,94	3,33	3,17
Laktationsleistung							
Melktage	294	286	278	279	336	312	306
Milch kg	4405	4417	4703	4727	4926	4371	5533
Fett kg	180	165	223	220	248	172	247
Eiweiß kg	151	152	158	151	174	160	187
Fett %	4,08	3,73	4,74	4,65	5,03	3,93	4,46
Eiweiß %	3,42	3,44	3,35	3,19	3,53	3,66	3,37

Tabelle 6: Tiermaterial der Versuchsgruppe B

Kuh Nr.	26	29	31	33	35	37	41
Geburtsjahr	1984	1984	1984	1984	1984	1984	1984
Kalbung							
Laktation	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Kalbedatum	260986	101086	231086	231086	211186	051286	201286
Körpergewicht (kg) zu Versuchsbeginn	687	572	507	525	626	512	518
1. Milchkontrolle							
Datum	101086	101186	101186	101186	81286	70187	70187
Milch kg	15,9	13,8	17,2	17,6	23,3	21,1	23,2
Fett %	3,25	4,1	3,51	5,74	4,21	4,29	4,04
Eiweiß %	3,45	3,71	3,31	3,07	3,28	2,97	3,03
2. Milchkontrolle							
Datum	101186	81286	81286	81286	70187	90287	90287
Milch kg	16,0	13,6	19,2	23,1	24,9	18,3	20,3
Fett %	3,91	4,5	4,08	4,43	4,92	4,35	3,86
Eiweiß %	3,32	4,04	3,47	3,08	3,09	3,04	3,00
Laktationsleistung							
Melktage	264	291	237	276	278	327	312
Milch kg	4040	3359	3869	5166	4834	4825	5594
Fett kg	164	166	158	227	199	213	222
Eiweiß kg	132	146	129	162	168	171	184
Fett %	4,05	4,94	4,08	4,39	4,11	4,41	3,96
Eiweiß %	3,26	4,34	3,33	3,13	3,47	3,54	3,28

3.2 Versuchsaufbau und BST-Behandlung

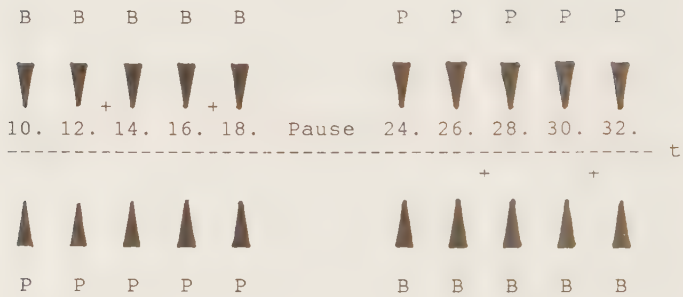
Wie der Versuchsplan in Abbildung 2 zeigt, wurden für den Versuch die Tiere in zwei Versuchsgruppen eingeteilt. Die sieben Tiere der Versuchsgruppe A (Kuh Nr.: 28, 30, 32, 34, 36, 40, 42) erhielten am Tag 67 +/- 5 post partum beginnend je fünf Injektionen mit Wachstumshormon im Abstand von 14 Tagen. Parallel hierzu bekam die aus der gleichen Anzahl Tiere bestehende Versuchsgruppe B (Kuh Nr.: 26, 29, 31, 33, 35, 37, 41) ein Placebo verabreicht. Dem zehnwöchigen ersten Versuchsabschnitt (10. bis 19. Laktationswoche) folgte eine vierwöchige Behandlungspause (20. - 23. Laktationswoche). Der zweite Versuchsabschnitt (24. bis 33. Laktationswoche) begann 165 +/- 5 Tage nach dem Abkalben. Die Tiere, welche im vorhergehenden Abschnitt Placebo bekamen, erhielten nun fünfmal das Hormon im zweiwöchigen Abstand und umgekehrt. Die subkutane Applikation des Somatotropins bzw. Placebo geschah immer donnerstags um 12.30 Uhr.

Bei dem im Versuch benutzten Somatotropin handelt es sich um ein von der Firma Monsanto GmbH zur Verfügung gestelltes Depotpräparat. Das Hormon wurde gentechnisch mit Hilfe von Coli-Bakterien produziert. Den Angaben des Herstellers zufolge enthielt eine Dosis 500 mg Zink-Methionyl-Rindersomatotropin in sterilem, gelatinierten Pflanzenöl als Trägersubstanz. Das Placebo bestand nur aus der entsprechenden Menge an Trägersubstanz. Das entsprechende Molekül ist mit den natürlich vorkommenden bis auf eine Aminosäure (Methionin) identisch (MONSANTO, 1987).

Abbildung 2:

Versuchsplan

Kühe der Versuchsgruppe A:



Kühe der Versuchsgruppe B:

B = BST
 P = Placebo
 + = Blutentnahmen
 t = Wochen p. p.

3.3 Milchproben

Die Milchmenge der Versuchstiere wurde an sechs Tagen in der Woche mit Hilfe eines True-Testers gemessen. Im einzelnen erfolgte dies am Montagnachmittag und Dienstagmorgen, Mittwochnachmittag und Donnerstagmorgen sowie Freitagnachmittag und Samstagmorgen. Jede einzelne Probe wurde in ein spezielles Probengefäß gegeben. Zur Konservierung der Proben wurde je eine Tablette mit 8 mg Natriumacid hinzugefügt. Bis zur wöchentlichen Ablieferung beim Bayerischen Milchprüfring wurden die Proben im Kühlschrank bei 8 Grad Celsius aufbewahrt. Die Ermittlung der Gehalte an Fett, Eiweiß und Laktose erfolgte im Labor des Bayerischen Milchprüfringes. Hierzu wurde ein Milko-scan (Modell MS 605) benutzt.

3.4 Blutproben

Die Blutentnahme erfolgte gemäß Versuchsplan in Abbildung 2 exakt im einwöchigen Abstand zur zweiten und vierten BST-Injektion. Die Blutproben wurden im 30-Minuten-Rhythmus über 24 Stunden gezogen. Hierzu wurde am Vortag ein Jugularvenenkatheter gesetzt. Die Tiere wurden hierfür mit Xylazin (= Rompun) sediert. Die Dosis betrug 0,05 mg pro kg Körpergewicht, dies entspricht 0,25 ml Rompun einer 2%-igen Lösung pro 100 kg Körpergewicht. Die Stehfähigkeit der Kühe blieb hierbei in der Regel erhalten, was Voraussetzung für eine gute Fixation und für einen guten Sitz des Katheters war. Das Legen der Katheterkanüle geschah unter streng aseptischen Kautelen.

Die erste Probenentnahme wurde am Donnerstagmorgen um 7.00 Uhr durchgeführt, die letzte am Freitagmorgen um 7.00 Uhr. Dies ergibt eine Probenzahl von insgesamt 49 pro Tier. Bei jeder Probe wurden 11 ml Vollblut gewonnen. Dieses wurde in ein mit Stabilisator versehenes Röhrchen überführt. Der Stabilisator ist ein Antikoagulans und besteht aus EDTA und Acetylsalicylsäure. Die Proben wurden anschließend 5 Minuten im Eisbad vorgekühlt und danach 20 Minuten bei 1900 g zentrifugiert. Das überstehende Plasma wurde in vorbereitete Aufbereitungsröhrchen pipettiert und bei -20 Grad Celsius bis zur Analyse im Gefrierschrank aufbewahrt.

Die Analyse des BST wurde im Labor des Lehrstuhles für Physiologie der Fortpflanzung und Laktation der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan durchgeführt. Hierbei kam ein Radioimmuntest zur Anwendung (SCHAMS, 1988). In der hier vorliegenden Arbeit wurde jeweils das arithmetische Mittel aus den 49 Werten eines Tagesprofiles verwendet.

3.5 Gewichtsmessung

Alle Versuchstiere wurden einmal pro Woche gewogen. Dies geschah jeweils am Dienstag um 8.00 Uhr nach der morgendlichen Fütterung.

3.6 Statistische Methoden

Die Berechnungen wurden auf der EDV-Anlage des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführt. Für die statistischen Auswertungen wurde das Programmpaket SAS verwendet.

Die Berechnung der Änderung der gemessenen Parameter (Milch-kg, FCM, Fett-kg, Eiweiß-kg, Laktose-kg, Fettgehalt, Eiweißgehalt, Laktosegehalt und Körpergewicht) erfolgt durch einen Gruppenvergleich der Durchschnittswerte der Kühe mit BST-Behandlung mit den Kühen mit Placebo-Behandlung in den zwei Versuchsabschnitten. FCM, Fett-kg, Eiweiß-kg und Laktose-kg wurden nach folgenden Formeln berechnet:

$$\text{FCM (4\%)} = \text{Milch-kg} * 0,4 + 15 * \text{Fett-kg}$$

$$\text{Fett-kg} = \text{Milch-kg} * \text{Fett-\%}/100$$

$$\text{Eiweiß-kg} = \text{Milch-kg} * \text{Eiweiß-\%}/100$$

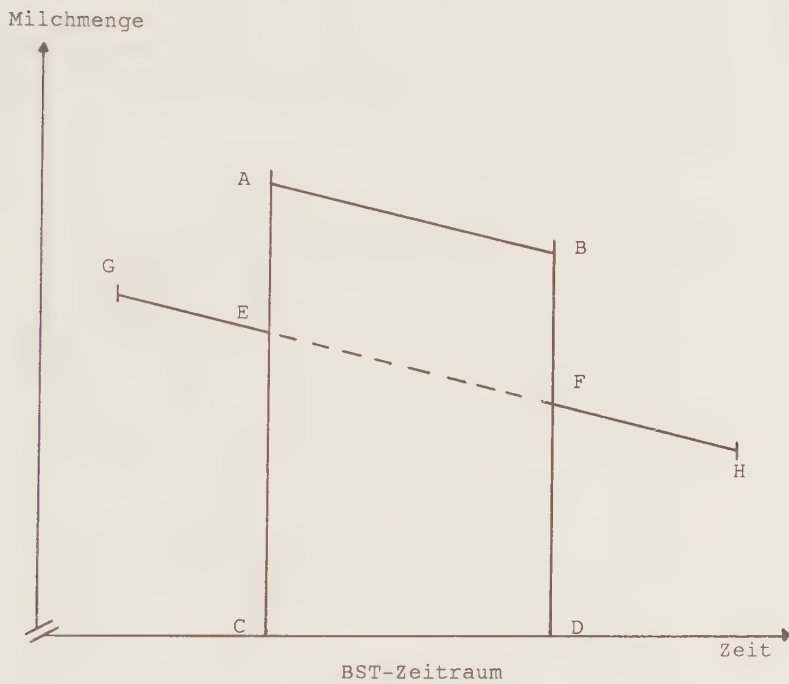
$$\text{Laktose-kg} = \text{Milch-kg} * \text{Laktose-\%}/100$$

Um das individuelle Ansprechen der einzelnen Kühe auf die BST-Applikationen zu quantifizieren, wurde der Verlauf der Milch-, FCM- und Fettmenge mittels einer Regressionsberechnung ermittelt. Den Untersuchungen von HUTH und v. SCHUTZBAR (1981) zufolge stellt die Laktationskurve bei Rindern nach Überschreiten des Laktationsmaximums bis zur 20./21. Laktationswoche eine Gerade und bis zur 33./34. weitgehend eine Gerade dar. Die Regressionsgerade gibt somit eine gute Approximation des tatsächlichen Laktationskurvenverlaufes wieder. Damit kann für die Zeit der BST-Behandlung die theoretisch ohne BST-Behandlung zu erwartende Milchmenge errechnet werden. Die Abbildung 3 verdeutlicht das Prinzip dieser Regressionsberechnung. Die Strecke AB stellt die Regressionsgerade während der BST-Behandlung dar. Die Geraden GE und FH geben die Regressionsgerade während der Zeit ohne BST-Einfluß wieder. Die Fläche AEFB entspricht der Leistungssteigerung, welche durch BST-Gabe verursacht wird.

Diese Methode gilt für die Milchmenge ohne Einschränkung, für die FCM- und für die Fettmenge dagegen nur mit Vorbehalt, da die Verlaufsformen hierfür nur annähernd Geraden sind.

Abbildung 3:

Prinzip der Regressionsberechnung



4. ERGEBNISSE

4.1 Auswirkung auf die Laktation

4.1.1 Milchleistung und -zusammensetzung

4.1.1.1 Vergleich der Milchleistungsparameter der BST-Gruppe und der Placebo-Gruppe für den ersten und zweiten Versuchsabschnitt und für die Behandlungspause.

Tabelle 7 zeigt die gruppenweise Gegenüberstellung der Durchschnittswerte für den Zeitraum von der 10. bis 19. Laktationswoche (1. Versuchsabschnitt). Die Werte für FCM, Fett-%, Fett-kg und Laktose-kg sind mit $p < 0,05$ signifikant, die übrigen Werte sind nicht signifikant. Bei der Milchmengenleistung liegen die Kühe der Versuchsgruppe A mit 18,96 kg um 13,13 % über den Kühen der Versuchsgruppe B mit 16,76 kg. Für FCM ergibt sich eine Steigerung um 19,76 % von 18,02 kg auf 21,58 kg. Die Differenz beträgt bei Fett-kg 23,61 %, bei Eiweiß-kg 6,47 % und bei Laktose-kg 14,22 % zwischen den beiden Behandlungsgruppen.

Der prozentuale Fettgehalt der mit BST behandelten Tiere liegt mit 4,90 % um 8,88 % höher als bei den unbehandelten Kühen mit 4,50 %. Bei Milcheiweiß ist die Reaktion auf die BST-Behandlung entgegengesetzt. Die Kühe der Versuchsgruppe A weisen hier mit 3,14 % einen um 6,82 % niedrigeren Wert gegenüber den Kühen der Versuchsgruppe B mit 3,37 % auf.

Relativ unbeeinflusst hingegen zeigt sich der Laktosegehalt, welcher sich nur um 1,01 % mit 4,96 % bei den Kühen der Versuchsgruppe B und 5,01 % bei den Kühen der Versuchsgruppe A unterscheidet.

Tabelle 7: Vergleich der Durchschnittswerte der Versuchsgruppe A mit denen der Versuchsgruppe B während des 1. Versuchsabschnittes (10. bis 19. Laktationswoche)

	Gruppe B Kühe 26-41 Placebo	Gruppe A 28-42 BST	p	Differenz in %
Milch-kg/Tag	16,76	18,96	n.s.	+13,13
FCM-kg	18,02	21,58	*	+19,76
Fett-%	4,50	4,90	*	+8,88
Fett-kg	0,754	0,932	*	+23,61
Eiweiß-%	3,37	3,14	n.s.	-6,82
Eiweiß-kg	0,556	0,592	n.s.	+6,47
Laktose-%	4,96	5,01	n.s.	+1,01
Laktose-kg	0,830	0,948	*	+14,22

n.s. = nicht signifikant

* = $p < 0,05$

Die Ergebnisse des zweiten Versuchsabschnittes sind in Tabelle 8 wiedergegeben. Nicht signifikant unterscheiden sich die Werte für Fett-%, Eiweiß-% und Laktose-%, alle anderen Unterschiede sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit, die kleiner 5 % ist, signifikant. Auch hier weisen die mit BST-behandelten Tiere der Versuchsgruppe B deutlich höhere Werte auf. Die Milchmenge der Kühe der Versuchsgruppe B liegt mit 15,38 kg um 18,86 % höher als bei den Kühen der Versuchsgruppe A mit 12,94 kg. Für FCM errechnet sich eine Steigerung um 22,52 % von 14,12 kg auf 17,30 kg. Für die Fett-kg ergibt sich eine Differenz von 24,50 %, für die Eiweiß-kg eine Differenz von 15,52 % und bei Laktose-kg beträgt der Unterschied 20,13 % zwischen den beiden Behandlungsgruppen. Mit 4,80 % haben die Kühe der Versuchsgruppe B den höheren Fettprozentwert gegenüber den Kühen der Versuchsgruppe A mit 4,64 %, die Differenz beträgt hier 3,45 % zwischen den Gruppen. Bei Milcheiweiß verhält es sich ähnlich wie im ersten Versuchsabschnitt. Auch hier ist der Mittelwert der BST-behandelten Tiere mit 3,48 % niedriger, und zwar um 3,06 %, als bei den Placebo-Kühen, deren Gehalt bei 3,59 % liegt. Ebenfalls nur geringfügig um 1,02 % unterscheiden sich die Werte für den Laktosegehalt, wobei die Tiere mit BST-Behandlung mit 4,97 % den höheren Wert gegenüber den Tieren mit Placebo-Behandlung mit 4,92 % aufweisen.

Tabelle 8: Vergleich der Durchschnittswerte der Versuchsgruppe A mit denen der Versuchsgruppe B während des 2. Versuchsabschnittes (24. bis 33. Laktationswoche)

	Gruppe A Kühe 28-42 Placebo	Gruppe B 26-41 BST	p	Differenz in %
Milch-kg/Tag	12,94	15,38	*	+18,86
FCM-kg	14,12	17,30	*	+22,52
Fett-%	4,64	4,80	n.s.	+3,45
Fett-kg	0,596	0,742	*	+24,50
Eiweiß-%	3,59	3,48	n.s.	-3,06
Eiweiß-kg	0,464	0,536	*	+15,52
Laktose-%	4,92	4,97	n.s.	+1,02
Laktose-kg	0,636	0,764	*	+20,13

n.s. = nicht signifikant

* = $p < 0,05$

In der Tabelle 9 sind die Durchschnittswerte der beiden Versuchsgruppen in der Zeit der Behandlungspause (20. - 23. Laktationswoche) einander gegenübergestellt.

Im Gegensatz zu den verhältnismäßig deutlichen Differenzen im ersten und zweiten Versuchsabschnitt (Tabelle 7 und 8) unterscheiden sich die Werte der beiden Versuchsgruppen während der Behandlungspause nicht signifikant von einander.

Die Milchmengenleistung der Kühe der Versuchsgruppe A, die im ersten Versuchsabschnitt mit BST behandelt wurden, liegt mit 15,60 kg um 2,18 % höher als bei den Kühen der Versuchsgruppe B mit 15,26 kg. Für FCM errechnet sich mit 16,54 kg für beide Gruppen der gleiche Wert.

Die Differenzen für Fett-kg, Eiweiß-kg und Laktose-kg liegen etwa bei 1,5-2,5 % zwischen beiden Versuchsgruppen. Die Werte für die prozentuale Milchezusammensetzung unterscheiden sich um 3,40 % für Fett-%, um 1,15 % für Eiweiß-% und um 0,41 % für Laktose-%.

Tabelle 9: Vergleich der Durchschnittswerte der beiden Versuchsgruppen während der Behandlungspause (20. bis 23. Laktationswoche)

	Gruppe A Kühe 28-42	Gruppe B 26-41	p	Differenz in %
Milch-kg/Tag	15,60	15,26	n.s.	-2,18
FCM-kg	16,54	16,54	n.s.	0,00
Fett-%	4,41	4,56	n.s.	+3,40
Fett-kg	0,686	0,698	n.s.	+1,75
Eiweiß-%	3,49	3,53	n.s.	+1,15
Eiweiß-kg	0,542	0,530	n.s.	-2,21
Laktose-%	4,93	4,91	n.s.	-0,41
Laktose-kg	0,768	0,748	n.s.	-2,60

n.s. = nicht signifikant

In den nachfolgenden Abbildungen 4, 5 und 6 wurden die durchschnittlichen Wochengemelke der beiden Versuchsgruppen im Versuchszeitraum dargestellt. Das Wochengemelk errechnet sich aus den drei gemessenen Tagesgemelken einer Woche.

Die Abbildung 4 zeigt den Laktationskurvenverlauf der Kühe der Versuchsgruppe A. Diese Tiere erhielten im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) BST-Injektionen. Aus der Abbildung geht hervor, daß die Laktationskurve im genannten Zeitraum ein relativ konstant hohes Niveau aufweist. Nach Beendigung der BST-Gaben fällt die Kurve stetig bis zum Versuchsende ab.

In Abbildung 5 ist der Laktationskurvenverlauf der Kühe der Versuchsgruppe B zu sehen. Diese Tiere bekamen erst im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) BST verabreicht. Von Versuchsbeginn in der 9. Woche post partum bis hin zur 23. Woche nach dem Abkalben ist die Laktationskurve, von geringen Schwankungen abgesehen, insgesamt fallend. Während der Zeit der BST-Behandlung steigt die Kurve deutlich an und fällt nach dem Absetzen des Präparates steil ab.

Um eine optimale Vergleichsmöglichkeit zu erhalten, sind die Laktationskurven beider Versuchsgruppen in Abbildung 6 zusammengefaßt.

Die Werte der Kühe der Versuchsgruppe A sind durch ein Pluszeichen, diejenigen der Kühe der Versuchsgruppe B durch einen Stern gekennzeichnet. Im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) bekamen die Kühe der Versuchsgruppe A BST appliziert und ihre Laktationskurve verläuft in dieser Zeit deutlich über der Kurve der unbehandelten Tiere und fällt während der behand-

lungsfreien Zeit (20. - 23. Laktationswoche) geringfügig unter die Laktationskurve der Kühe der Versuchsgruppe B ab. Mit Beginn des zweiten Versuchsabschnittes (24. - 33. Laktationswoche) bekamen die Kühe der Versuchsgruppe B BST appliziert und ihre Laktationskurve steigt in dieser Zeit deutlich an, während diejenige der Kühe der Versuchsgruppe A bis zum Versuchsende weiterhin abfällt.

Die Abbildung 6 läßt erkennen, daß die Persistenz der Laktation durch BST klar verbessert wird.

ABBILDUNG 4:
WOCHENGEMELKE DER KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE A (GRUPPENDURCHSCHNITT)

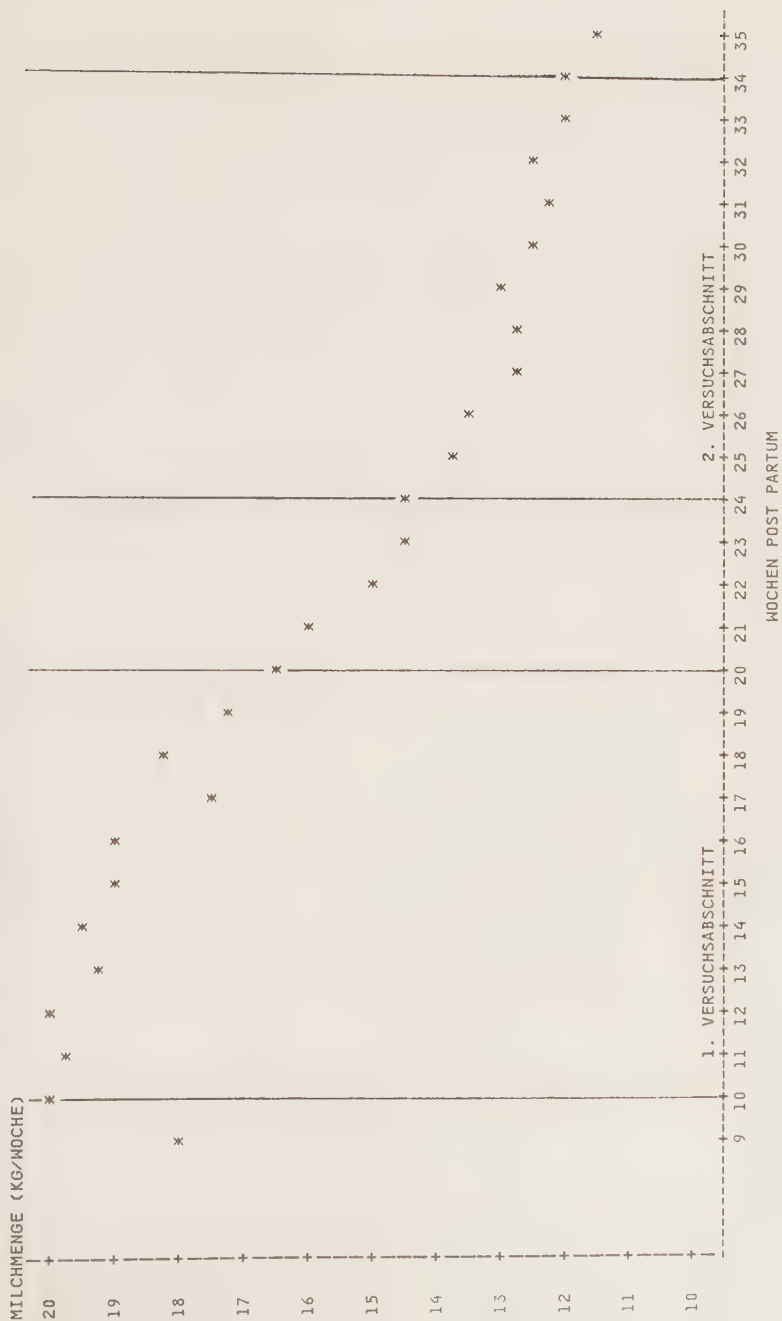


ABBILDUNG 5:
WOCHENGEMELKE DER KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE B (GRUPPENDURCHSCHNITT)

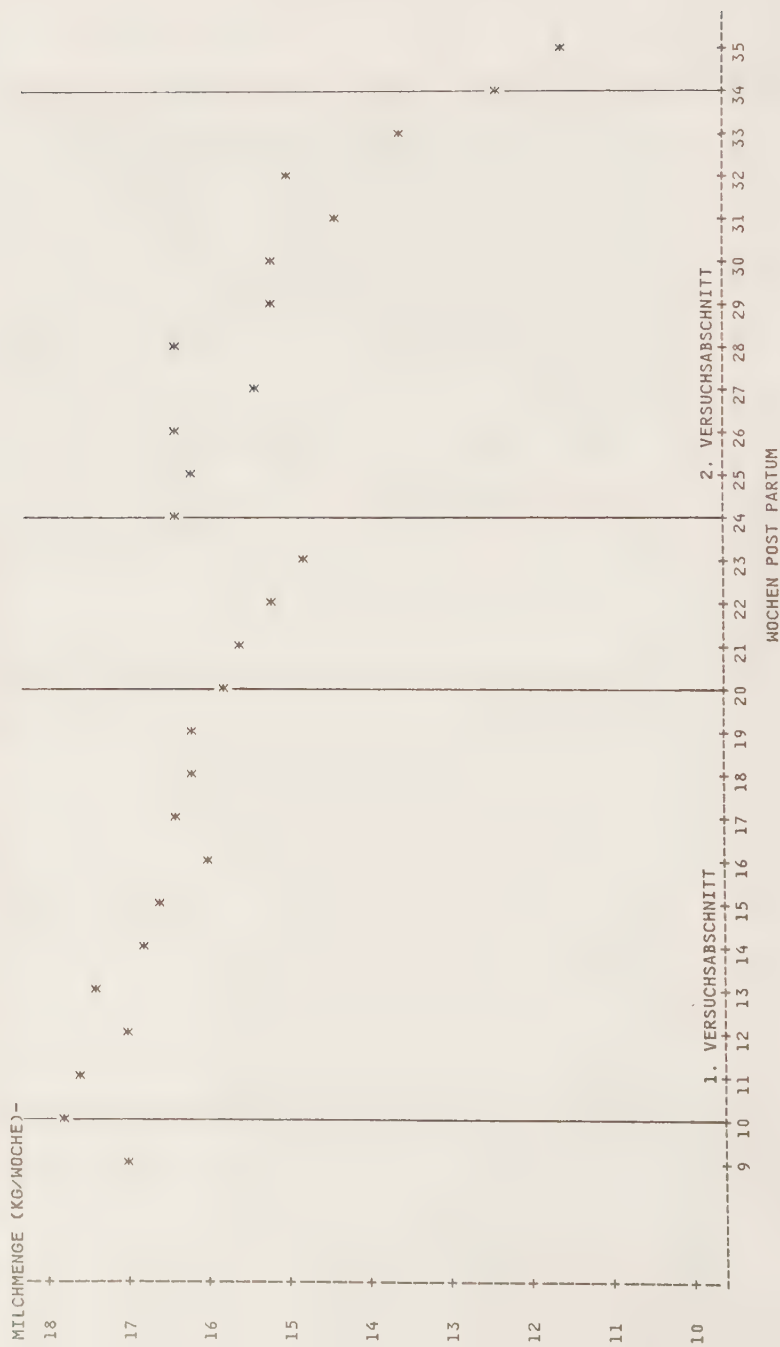
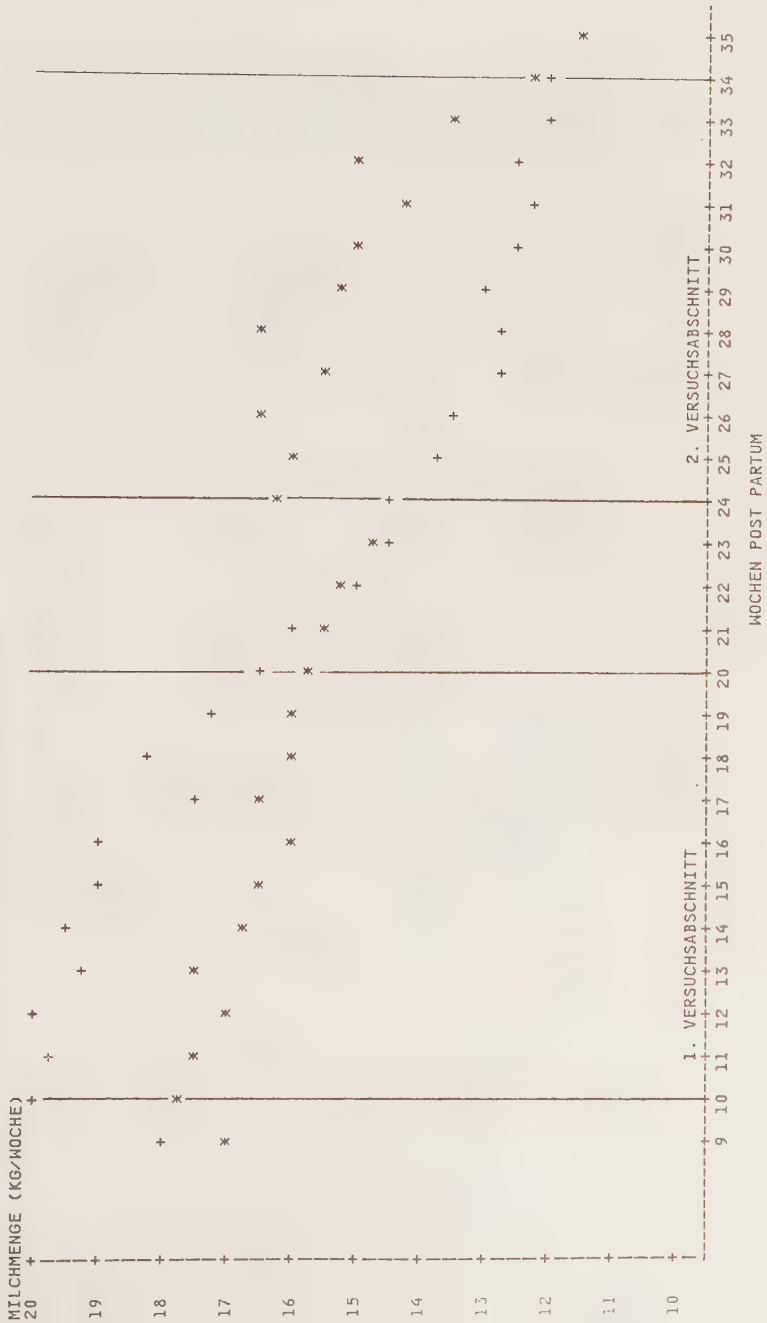


ABBILDUNG 6:
WOCHENGEMELKE DER BEIDEN VERSUCHSGRUPPEN IM VERSUCHSZEITRAUM
+ = KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE A
* = KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE B



4.1.1.2 Vergleich der Werte für Milch-kg, FCM und Fett-kg im BST-Zeitraum mit den theoretisch ohne BST-Behandlung zu erwartenden Werten

Mit der unter 3.6 beschriebenen Methode wurde die durch BST-Behandlung erzielte Steigerung der Milchleistung für jede einzelne Kuh errechnet. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Kühe der Versuchsgruppe A, die im ersten Versuchsabschnitt BST bekamen, ist aus Tabelle 10 ersichtlich. Die einzelnen Tiere reagieren sehr unterschiedlich auf die Behandlung. Mit 4,48 % weist Kuh Nr. 34 die geringste Steigerungsrate bei Milch-kg auf. Auch bei FCM (8,51 %) und Fett-kg (10,26 %) liegt diese Kuh deutlich unter den Werten der übrigen Kühe ihrer Gruppe. Den Maximalwert mit 15,76 % Steigerung der Milchmenge erbringt Kuh Nr. 42. Mit 25,48 % FCM und 30,76 % Fett-kg übertrifft sie deutlich ihre Gruppengefährtinnen.

Durchschnittlich errechnet sich für die Kühe der Versuchsgruppe A eine Zunahme um 11,36 % an Milch-kg während der Zeit der Hormonbehandlung. Für FCM ergibt sich eine durchschnittliche Steigerung um 16,06 % und für die Fett-kg um 18,86 %.

Tabelle 10: Leistungssteigerung in Prozent für
die Kühe der Versuchsgruppe A nach BST-Gabe
(10. - 19. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Milch-kg	FCM	Fett-kg
28	14,99	17,38	18,67
30	15,29	16,65	18,47
32	12,92	15,06	16,59
34	4,48	8,51	10,26
36	10,09	14,97	17,09
40	5,97	14,69	20,15
42	15,76	25,48	30,76
Durchschnitt	11,36	16,06	18,86

Im Gruppendurchschnitt liegen die Kühe der Versuchsgruppe B, denen im zweiten Versuchsabschnitt BST injiziert wurde, für Milch-kg bei 14,81 %, für FCM bei 19,71 % und für Fett-kg bei 22,44 % Steigerung.

Gegenüber den Kühen der Versuchsgruppe A bedeutet dies noch eine Zunahme der Milchleistung um etwa 3,6 Prozent. Auch innerhalb dieser Versuchsgruppe läßt sich eine große individuelle Heterogenität bezüglich der Mehrproduktion feststellen. Kuh Nr. 39 liegt mit 33,36 % bei Milch-kg klar vorne. Im gleichen Zeitintervall errechnen sich für Kuh Nr. 37 nur 5,82 % mehr an Milch-kg. Die übrigen Einzelwerte gehen aus Tabelle 11 hervor.

Tabelle 11: Leistungssteigerung in Prozent für
die Kühe der Versuchsgruppe B nach BST-Gabe
(24. - 33. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Milch-kg	FCM	Fett-kg
26	6,11	15,23	22,52
29	33,36	37,29	38,79
31	20,03	27,89	31,02
33	12,56	21,33	26,42
35	12,72	7,40	5,44
37	5,82	8,86	10,69
41	13,06	19,96	22,21
Durchschnitt	14,81	19,71	22,44

In den Abbildungen 7 bis 20 wurden die Tagesgemelke jeder einzelnen Kuh während der gesamten Versuchsdauer geplottet.

Auch hier ist das Ansteigen der Milchmenge während der Zeit der BST-Behandlung zu erkennen. Für die Kühe der Versuchsgruppe A (Abbildung 7 bis 13) erstreckt sich die Zeit der BST-Behandlung vom 4. bis zum 74. Tag nach Versuchsbeginn und für die Kühe der Versuchsgruppe B (Abbildung 14 bis 20) vom 102. bis 172. Tag nach Versuchsbeginn.

Insgesamt ist aus diesen Abbildungen ersichtlich, daß die einzelnen Tiere verschieden stark auf die Behandlung mit BST ansprechen.

ABBILDUNG 7:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 28 (VERSUCHSGRUPPE A)

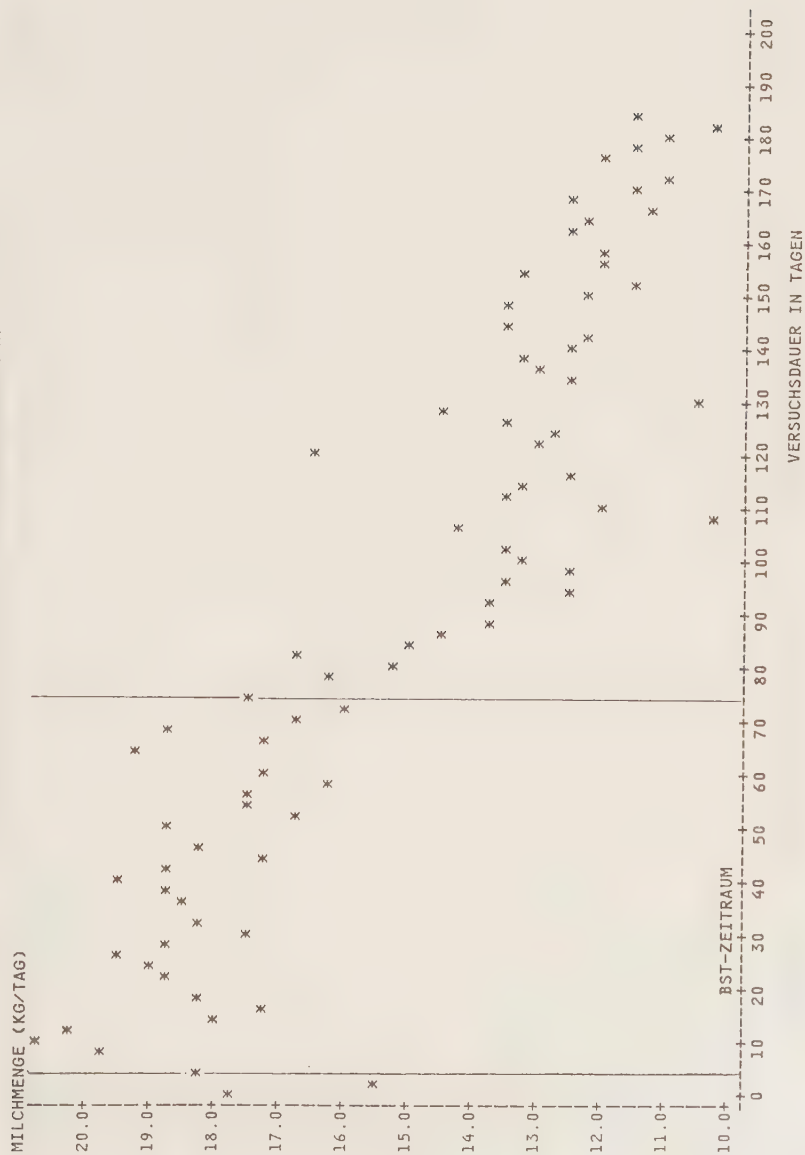


ABBILDUNG 8:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 30 (VERSUCHSGRUPPE A)

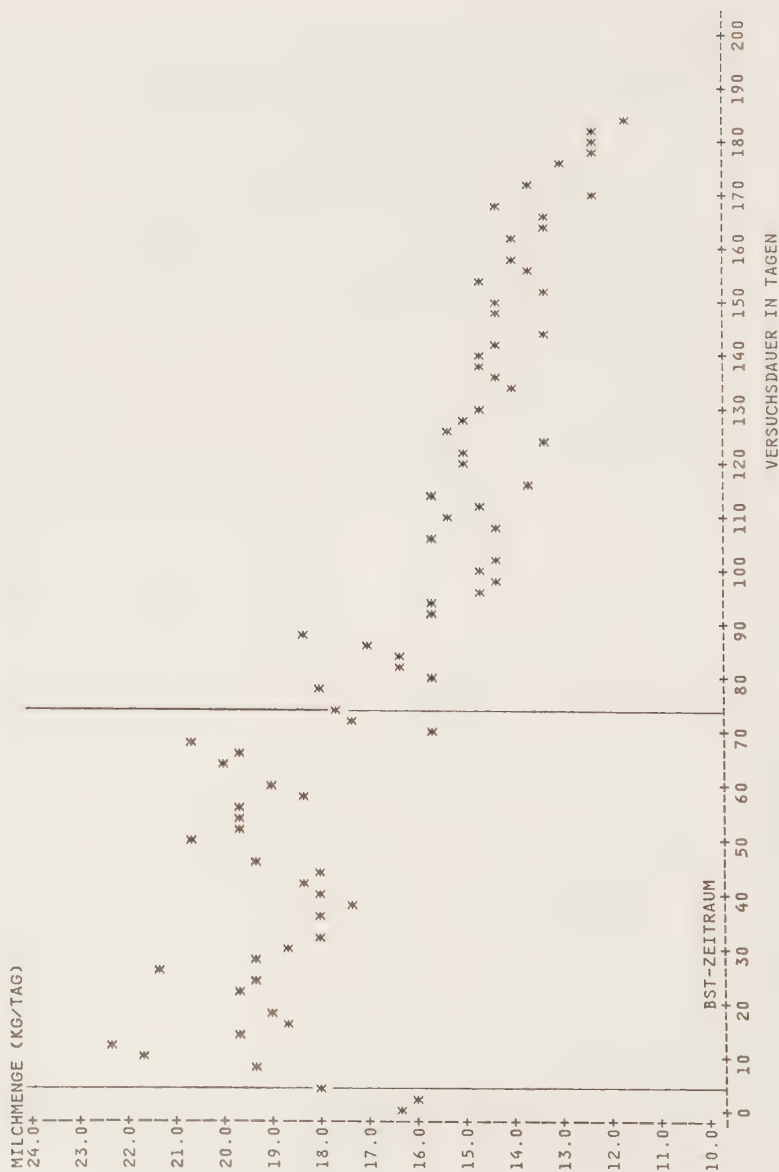


ABBILDUNG 9:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 32 (VERSUCHSGRUPPE A)

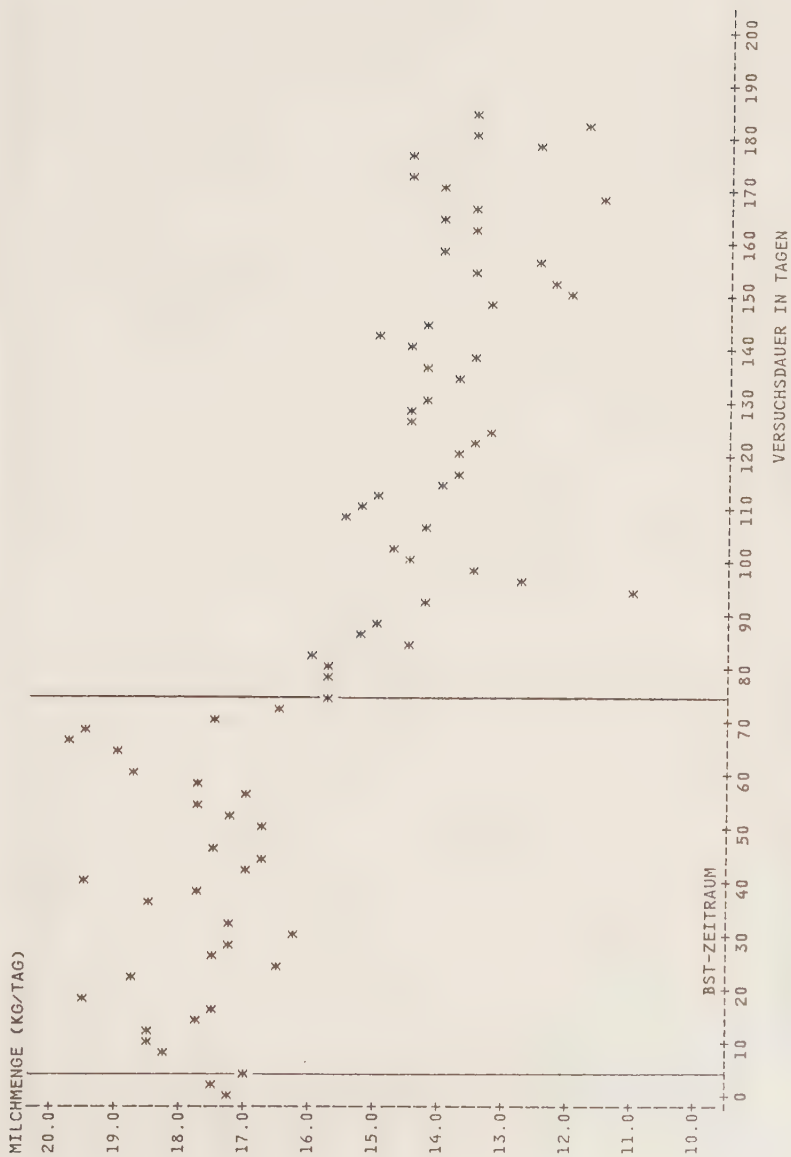


ABBILDUNG 10:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 34 (VERSUCHSGRUPPE A)

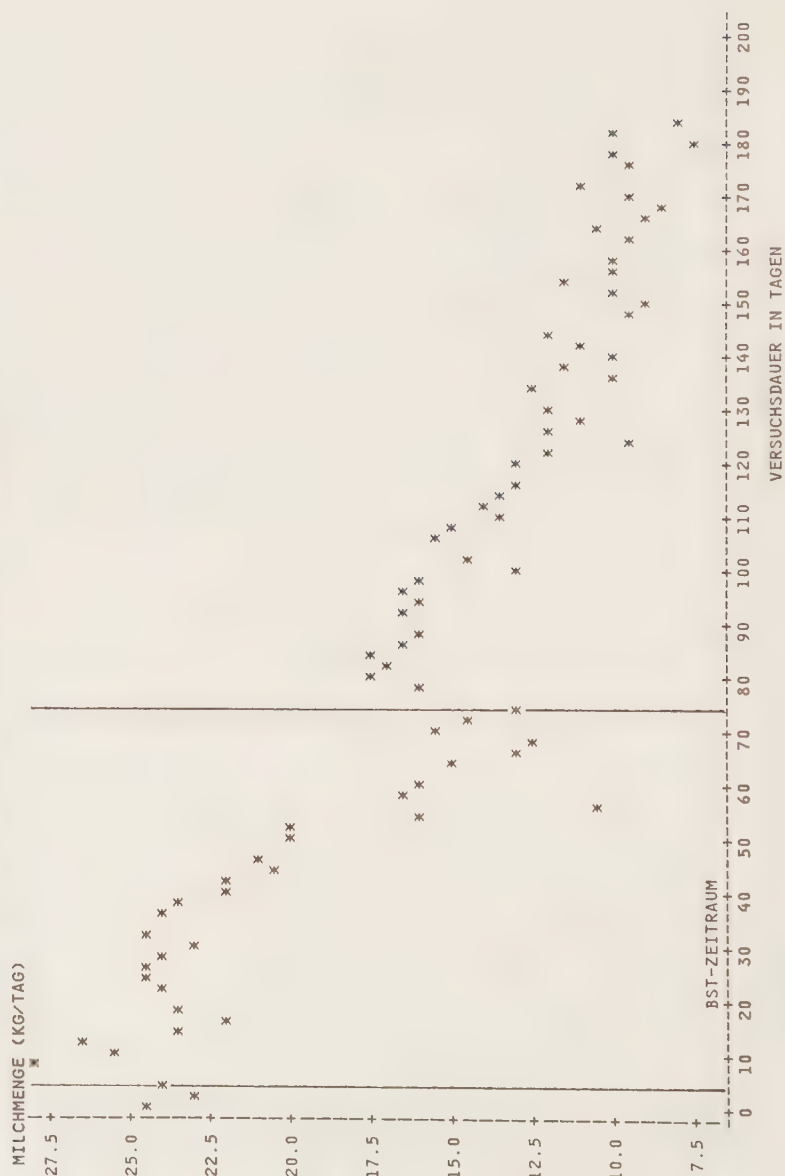


ABBILDUNG 11:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 36 (VERSUCHSGRUPPE A)

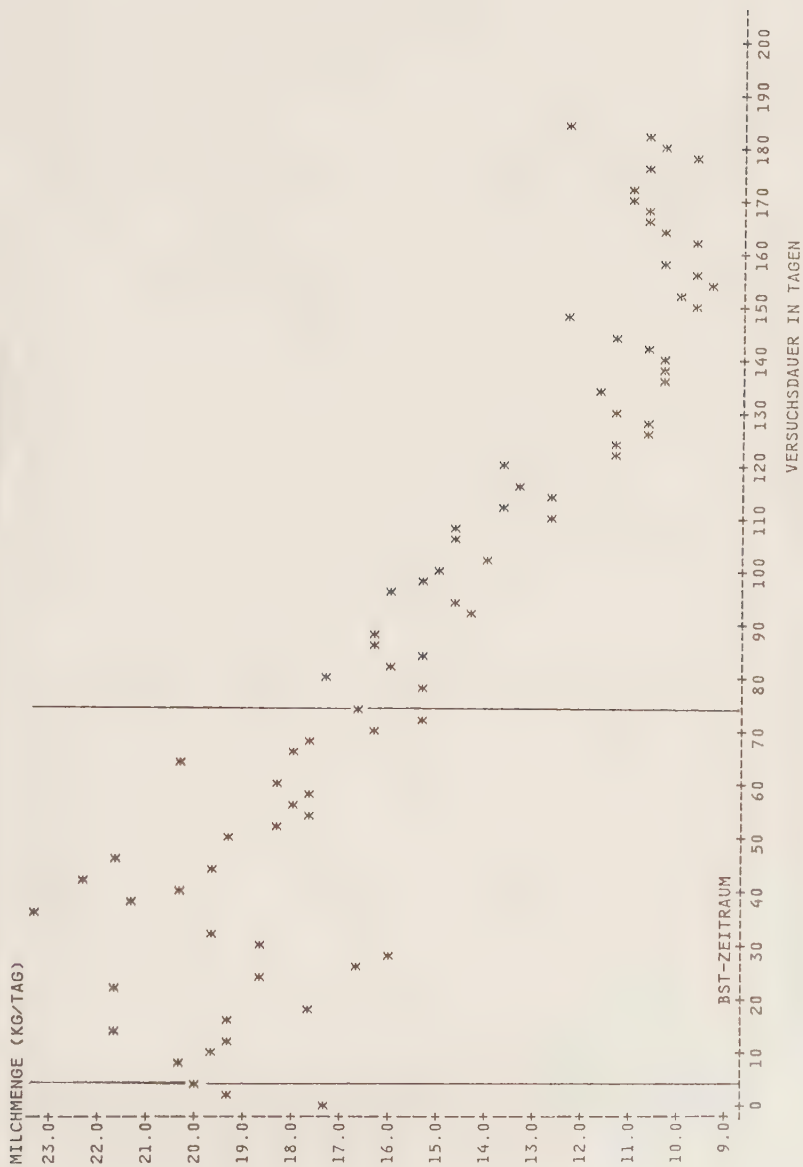


ABBILDUNG 12:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 40 (VERSUCHSGRUPPE A)

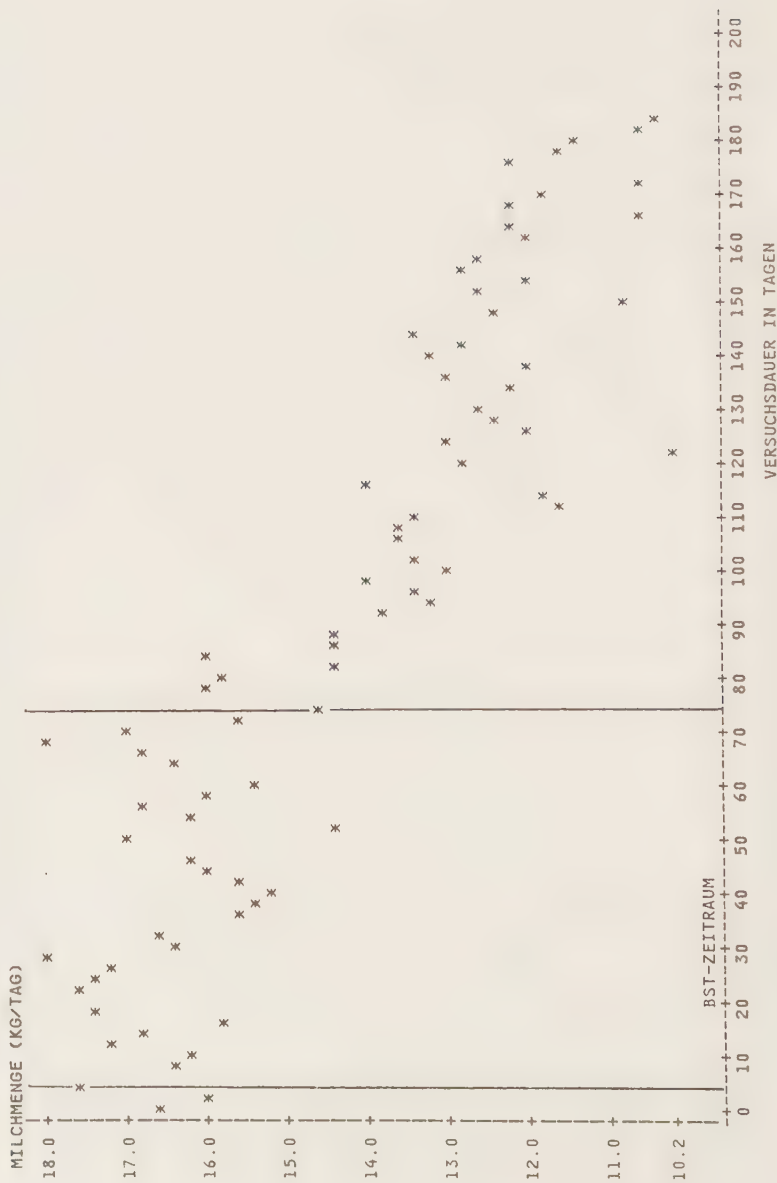


ABBILDUNG 13:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 42 (VERSUCHSGRUPPE A)

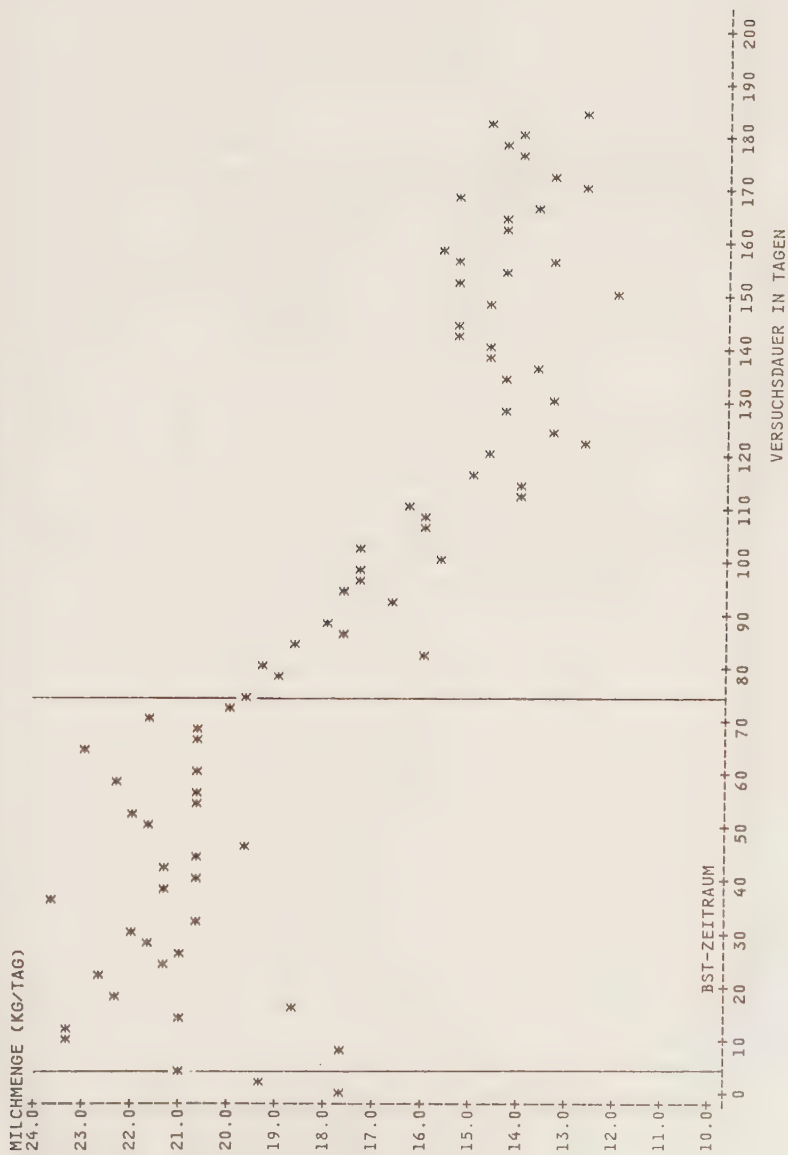


ABBILDUNG 14:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 26 (VERSUCHSGRUPPE B)

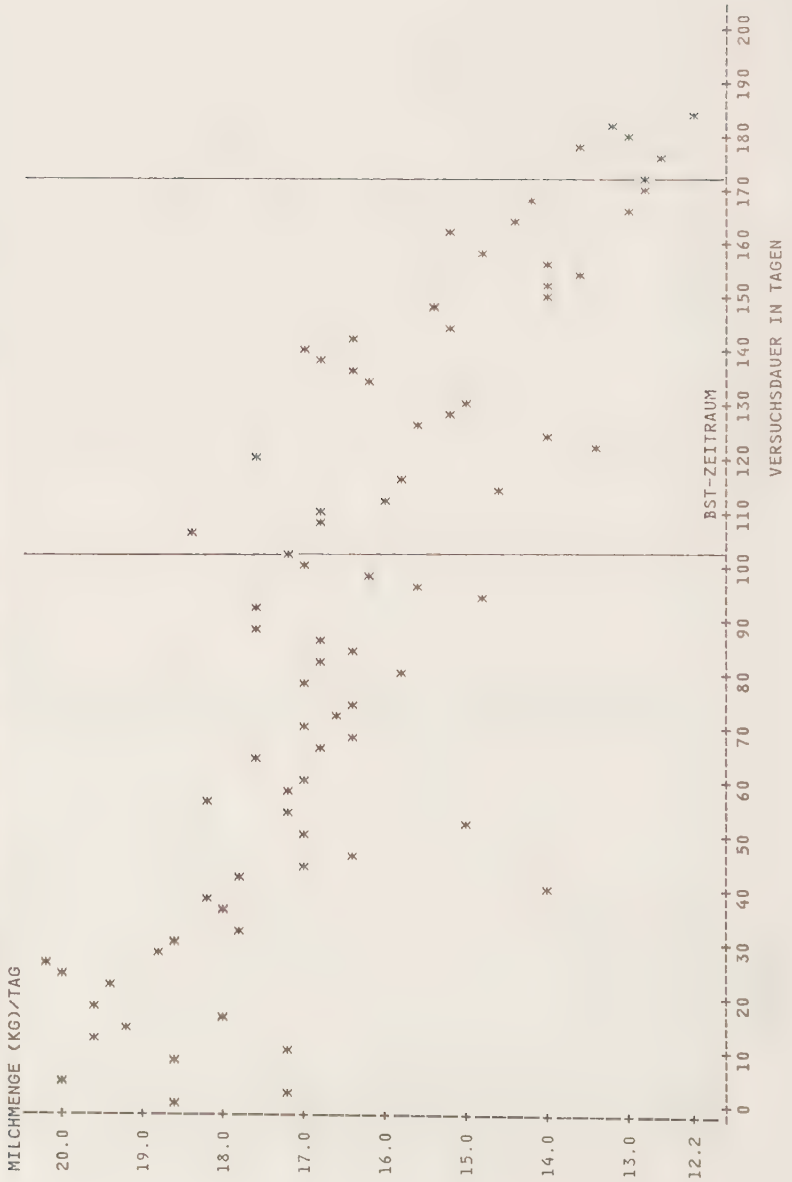


ABBILDUNG 15:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 29 (VERSUCHSGRUPPE B)

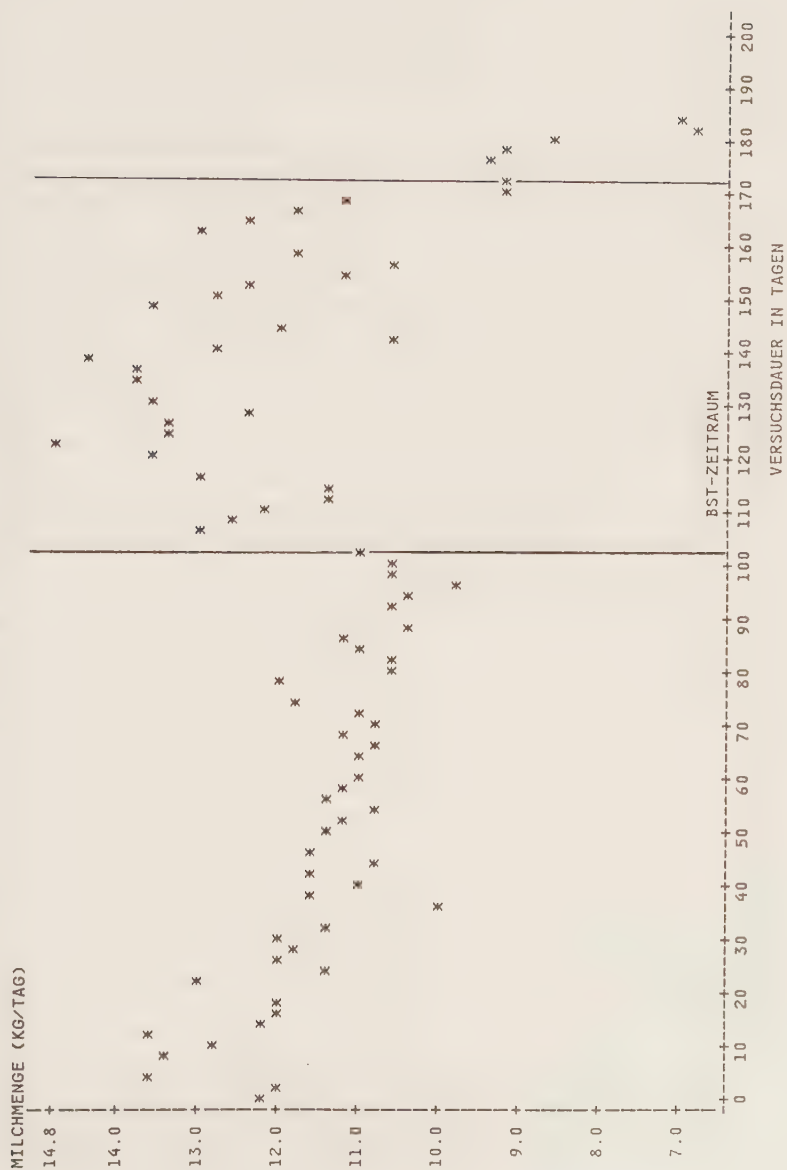


ABBILDUNG 16:
TAGESGEMEIKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 31 (VERSUCHSGRUPPE B)

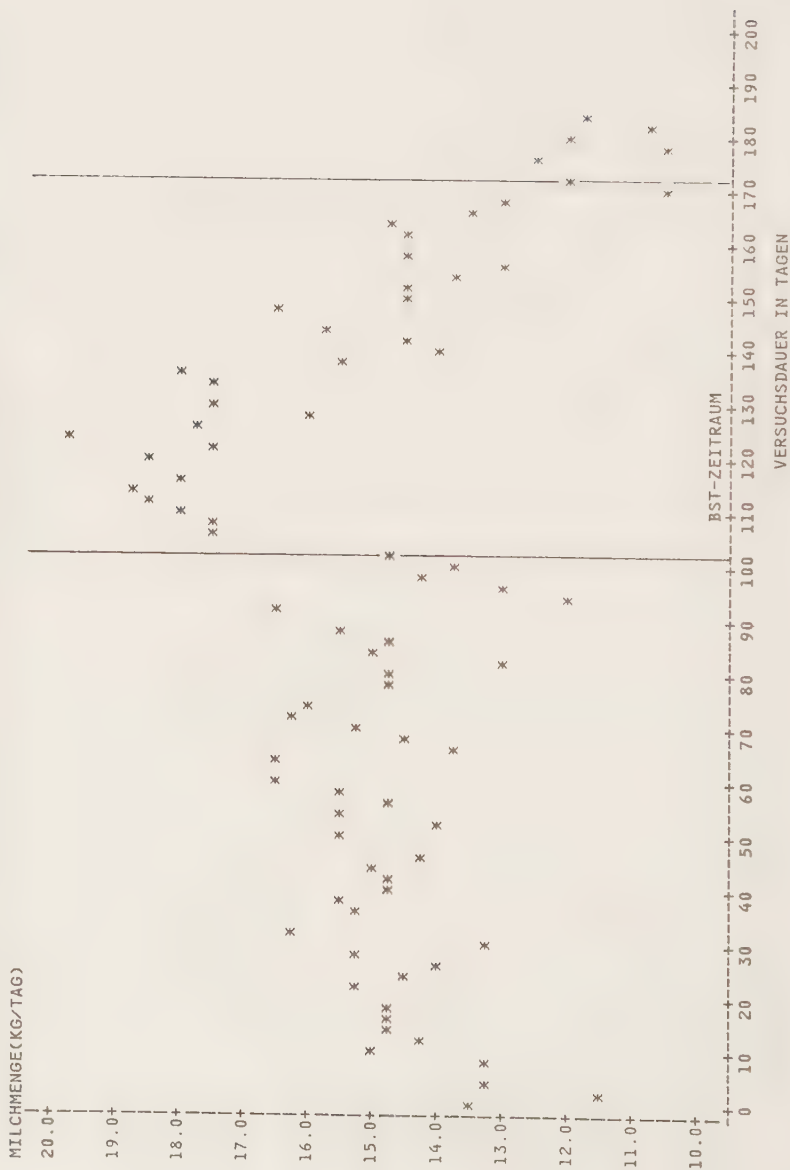
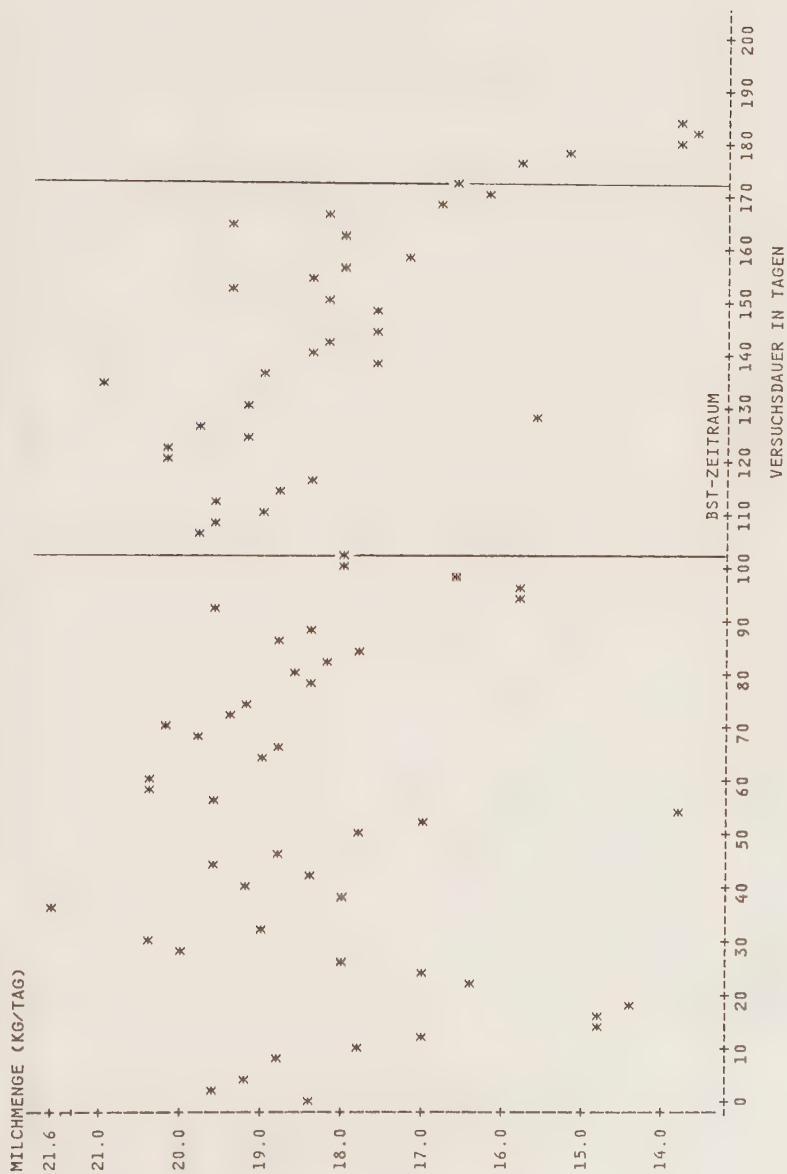
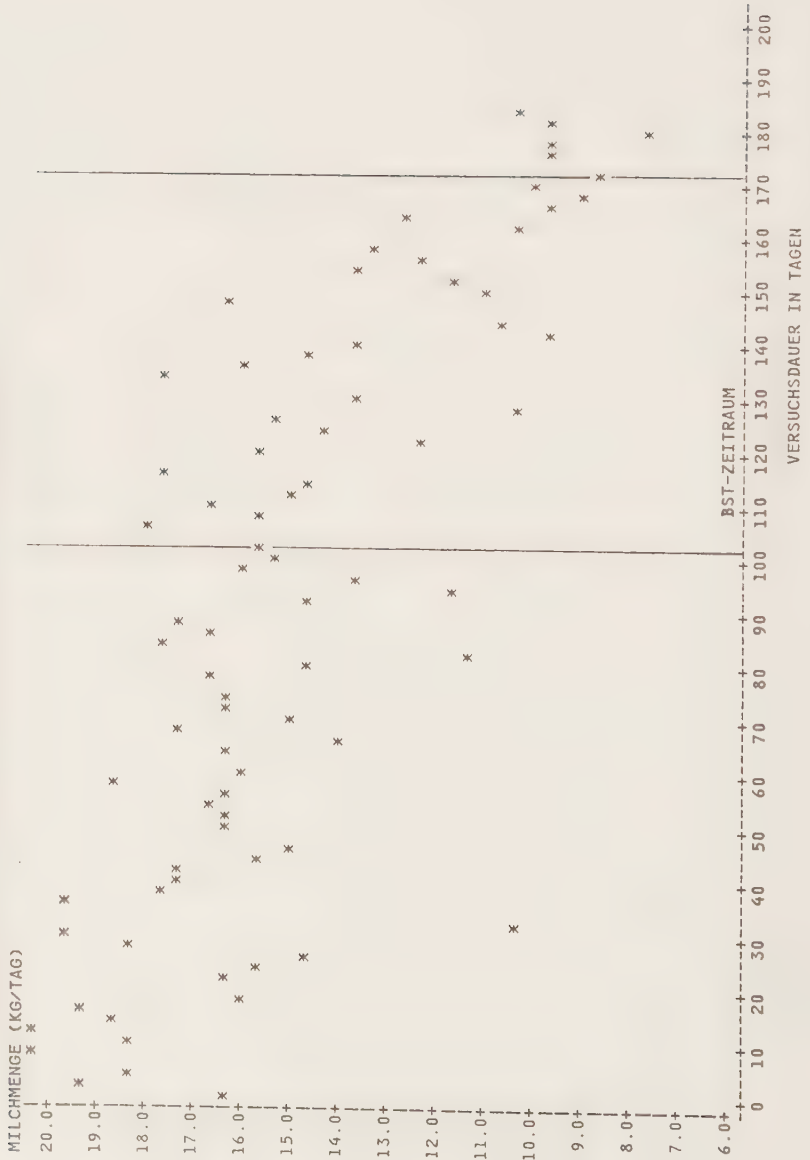


ABBILDUNG 17:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 33 (VERSUCHSGRUPPE B)



ABILDUNG 18:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 35 (VERSUCHSGRUPPE B)



ABILDUNG 19:
TAGESMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 37 (VERSUCHSGRUPPE B)

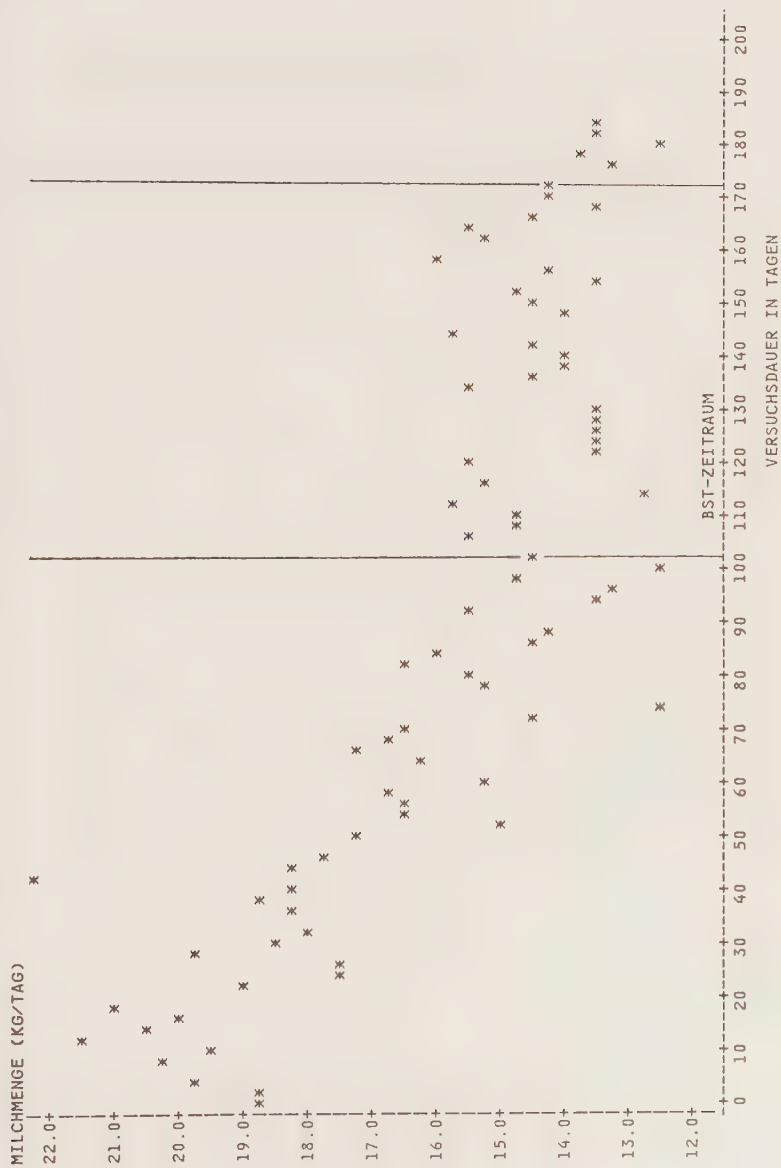
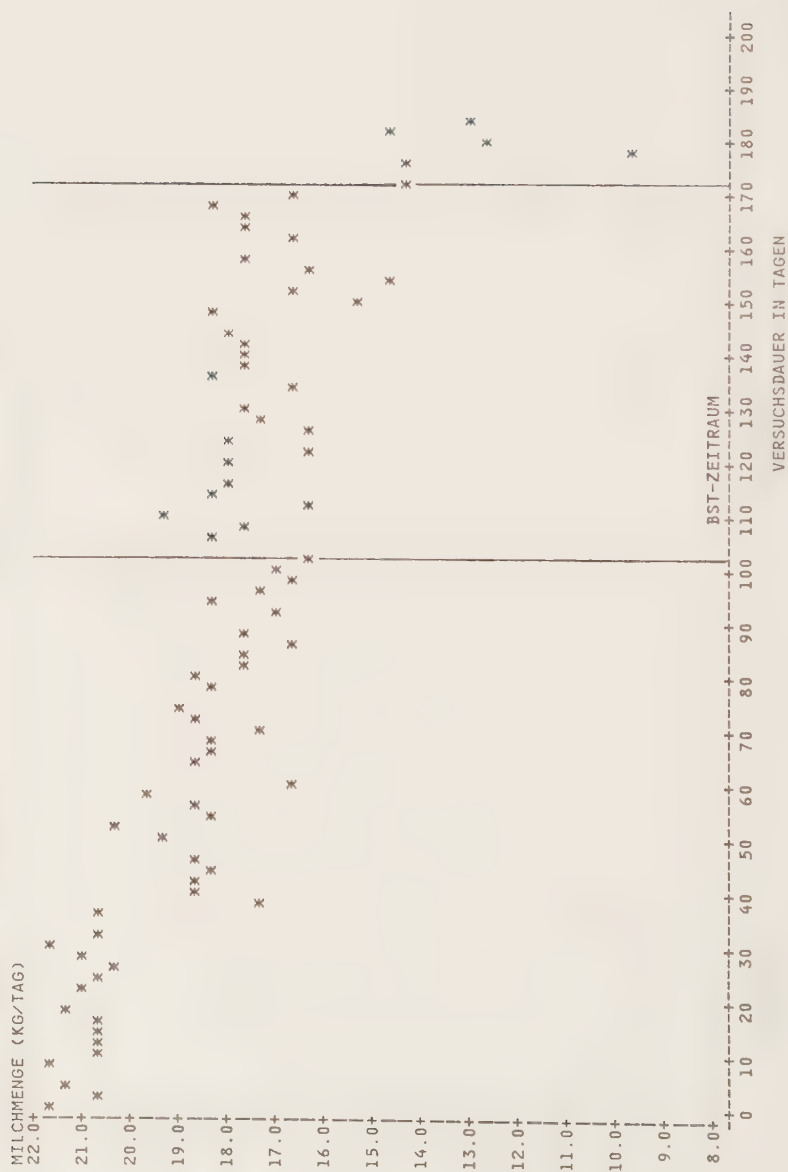


ABBILDUNG 20:
TAGESGEMELKE IM VERSUCHSZEITRAUM DER KUH NR. 41 (VERSUCHSGRUPPE B)



4.1.1.3 Vergleich der Ergebnisse der zwei Versuchsabschnitte innerhalb einer Versuchsgruppe

In den Tabellen 12 und 13 werden die Durchschnittswerte der einzelnen Milchleistungsparameter einer Versuchsgruppe des ersten Versuchsabschnittes mit denen des zweiten Versuchsabschnittes verglichen.

Bei den Kühen der Versuchsgruppe A mit BST-Behandlung im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) ist der Unterschied für die Werte für Fett-% und Laktose-% nicht signifikant, der Unterschied aller anderen Werte hoch signifikant ($p < 0,001$). Auffallend ist, daß der Fettgehalt mit 4,90 % während der BST-Behandlung in der 10. - 19. Laktationswoche deutlich über dem durchschnittlichen Fettprozentwert zur Zeit der Placebogabe (24. - 33. Laktationswoche) liegt. Bei den Kühen der Versuchsgruppe B, welche erst im zweiten Abschnitt (24. - 33. Laktationswoche) BST appliziert bekamen, sind sämtliche Werte nicht signifikant verschieden. Trotz BST-Gabe erreichen diese Tiere nicht die absoluten Milchmengen, die sie in dem vorhergehenden ersten Versuchsabschnitt unter Placebo-Gabe erbrachten.

Tabelle 12: Vergleich der Durchschnittswerte der Kühe der Versuchsgruppe A während der zwei Versuchsabschnitte

	Gruppe A	Gruppe A	p
	BST	Placebo	
Lakt.woche	10 - 19	24 - 33	
Milch-kg/Tag	18,96	12,94	***
FCM-kg	21,58	14,12	***
Fett-%	4,90	4,64	n.s.
Fett-kg	0,932	0,596	***
Eiweiß-%	3,14	3,59	***
Eiweiß-kg	0,592	0,464	***
Laktose-%	5,01	4,92	n.s.
Laktose-kg	0,948	0,636	***

n.s. = nicht signifikant

*** = $p < 0,001$

Tabelle 13: Vergleich der Durchschnittswerte der Kühe der Versuchsgruppe B während der zwei Versuchsabschnitte

	Gruppe B Placebo	Gruppe B BST	p
Lakt.woche	10 - 19	24 - 33	
Milch-kg/Tag	16,76	15,38	n.s.
FCM-kg	18,02	17,30	n.s.
Fett-%	4,50	4,80	n.s.
Fett-kg	0,754	0,742	n.s.
Eiweiß-%	3,37	3,48	n.s.
Eiweiß-kg	0,556	0,536	n.s.
Laktose-%	4,96	4,97	n.s.
Laktose-kg	0,830	0,764	n.s.

n.s. = nicht signifikant

4.2 Auswirkung auf das Körpergewicht

4.2.1 Vergleich der BST-Gruppe mit der Placebo-Gruppe innerhalb jedes Versuchsabschnittes

Die Tabelle 14 zeigt eine Auflistung der durchschnittlichen Körpergewichte der beiden Versuchsgruppen in der jeweiligen Laktationswoche im Versuchszeitraum.

Vor Versuchsbeginn in der 9. Laktationswoche beträgt das Körpergewicht der Kühe der Versuchsgruppe A 568,6 kg und das der Kühe der Versuchsgruppe B 563,9 kg.

Im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) bekommen die Kühe der Versuchsgruppe A BST appliziert und ihr Körpergewicht nimmt von 568,1 kg um 21 kg auf 547,1 kg ab. Das Körpergewicht der Kühe der Versuchsgruppe B, die im selben Zeitraum mit Placebo behandelt wurden, nimmt um 8 kg von 564,9 kg auf 556,9 kg ab. Die mittels einer Regressionsberechnung ermittelte tägliche Gewichtsabnahme beträgt für die Versuchsgruppe A 0,261 kg und für die Versuchsgruppe B 0,092 kg.

In der behandlungsfreien Zeit (20. - 23. Laktationswoche) nehmen beide Versuchsgruppen etwa gleich viel an Körpermasse zu (Versuchsgruppe A 9 kg; Versuchsgruppe B 6 kg) .

Im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) steigt das Körpergewicht der Kühe der Versuchsgruppe A unter Placebo-Einfluß um 22,4 kg von 564,9 kg auf 587,1 kg an. Das Körpergewicht der Versuchsgruppe B, die während dieser Zeit

BST injiziert bekam, erhöht sich von 575,9 kg auf 587,6 kg um 11,7 kg. Für die Versuchsgruppe A ergibt sich mittels Regressionsberechnung eine tägliche Gewichtszunahme von 0,230 kg und für die Versuchsgruppe B eine Zunahme von 0,142 kg.

Tabelle 14:

Durchschnittliches Körpergewicht der Kühe der
beiden Versuchsgruppen im Versuchszeitraum

Lakt.woche	Gruppe A	Gruppe B
9	568,6	563,9
10	568,1	564,9
11	565,0	556,3
12	564,9	559,7
13	557,3	559,7
14	558,0	559,9
15	557,3	556,4
16	562,0	558,3
17	552,1	553,6
18	556,1	556,1
19	547,1	556,9
20	551,0	562,1
21	557,1	561,1
22	557,6	567,3
23	560,4	567,9
24	564,9	575,9
25	565,1	575,7
26	569,1	574,4
27	564,1	573,0
28	565,4	577,4
29	575,1	577,7
30	574,1	577,1
31	576,7	577,7
32	577,6	579,9
33	587,1	587,6
34	586,3	581,4
35	587,4	578,4

Das durchschnittliche Körpergewicht im Versuchszeitraum für die Kühe der Versuchsgruppe A zeigt Abbildung 21, für die Kühe der Versuchsgruppe B die Abbildung 22. In Abbildung 23 sind beide Versuchsgruppen zusammengefaßt, wobei die Werte der Kühe der Versuchsgruppe A durch ein Pluszeichen und die Werte der Kühe der Versuchsgruppe B durch einen Stern dargestellt sind.

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, daß im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) das Körpergewicht der beiden Versuchsgruppen leicht zurückgeht und im wesentlichen kein markanter Unterschied zwischen beiden Versuchsgruppen besteht.

Mit Beginn der behandlungsfreien Zeit (20. - 23. Laktationswoche) nimmt das Körpergewicht von beiden Gruppen wieder zu und auch im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) weisen beide Versuchsgruppen in etwa die gleiche Steigung auf, wobei die BST-behandelten Tiere die deutlich höheren Werte gegenüber den unbehandelten Kühen zu verzeichnen haben.

In der Abbildung 23 ist der Verlauf der Regressionsgeraden der Versuchsgruppe A durch eine durchgezogene Linie und der der Versuchsgruppe B gestrichelt dargestellt. Die Regressionsgerade der BST-behandelten Kühe zeigt im ersten Versuchsabschnitt den größeren Abfall und im zweiten Versuchsabschnitt den geringeren Anstieg verglichen mit dem Verlauf der Regressionsgeraden der entsprechend mit Placebo behandelten Kühe.

ABBILDUNG 21:
DURCHSCHNITTliches KÖRPERGEWICHT DER KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE A IM VERSUCHSZEITRAUM

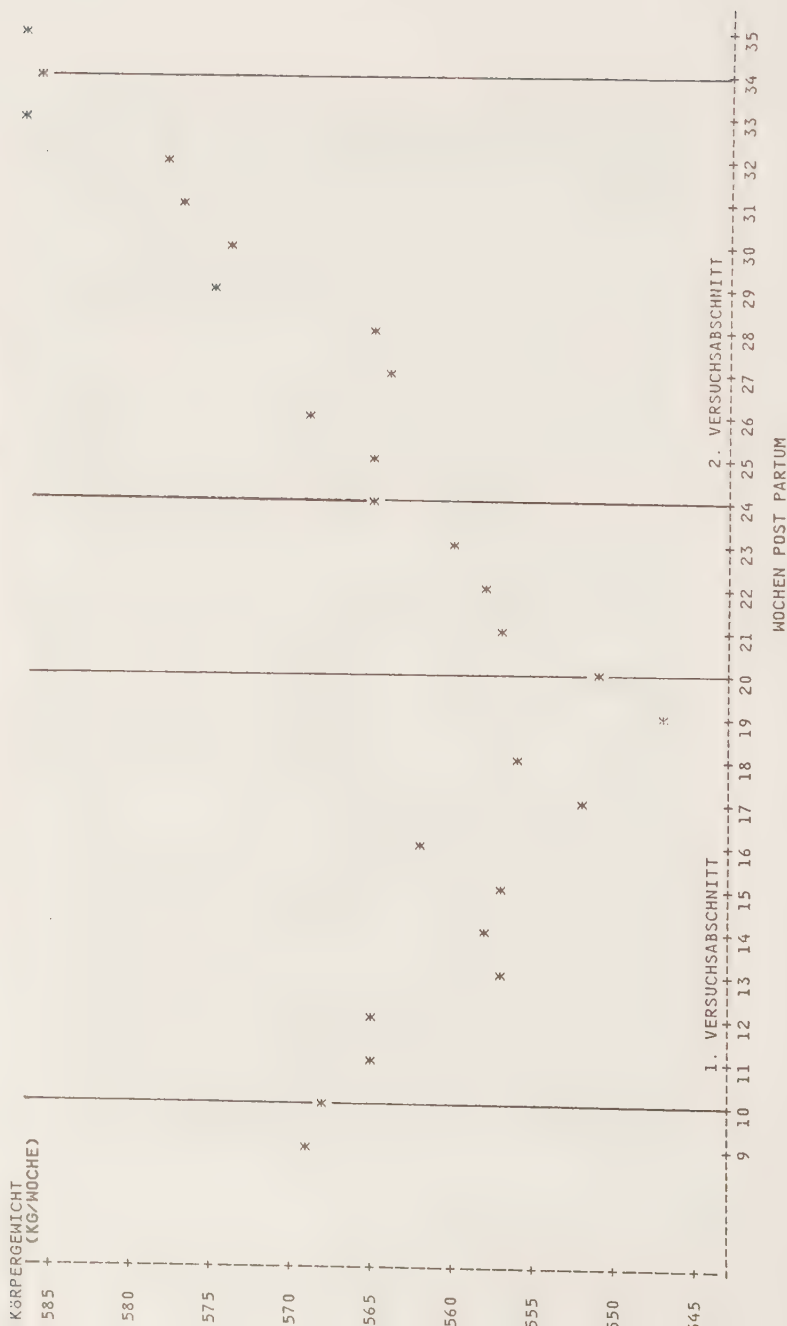
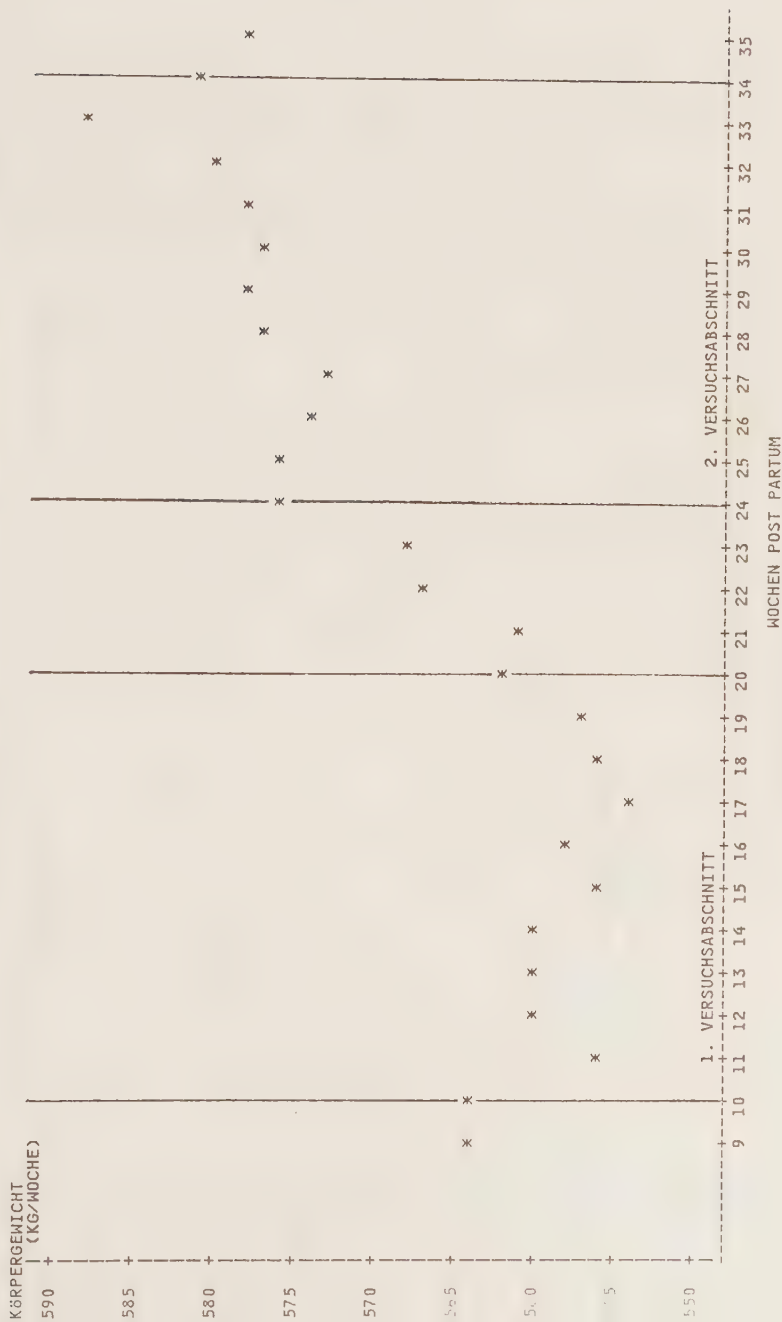
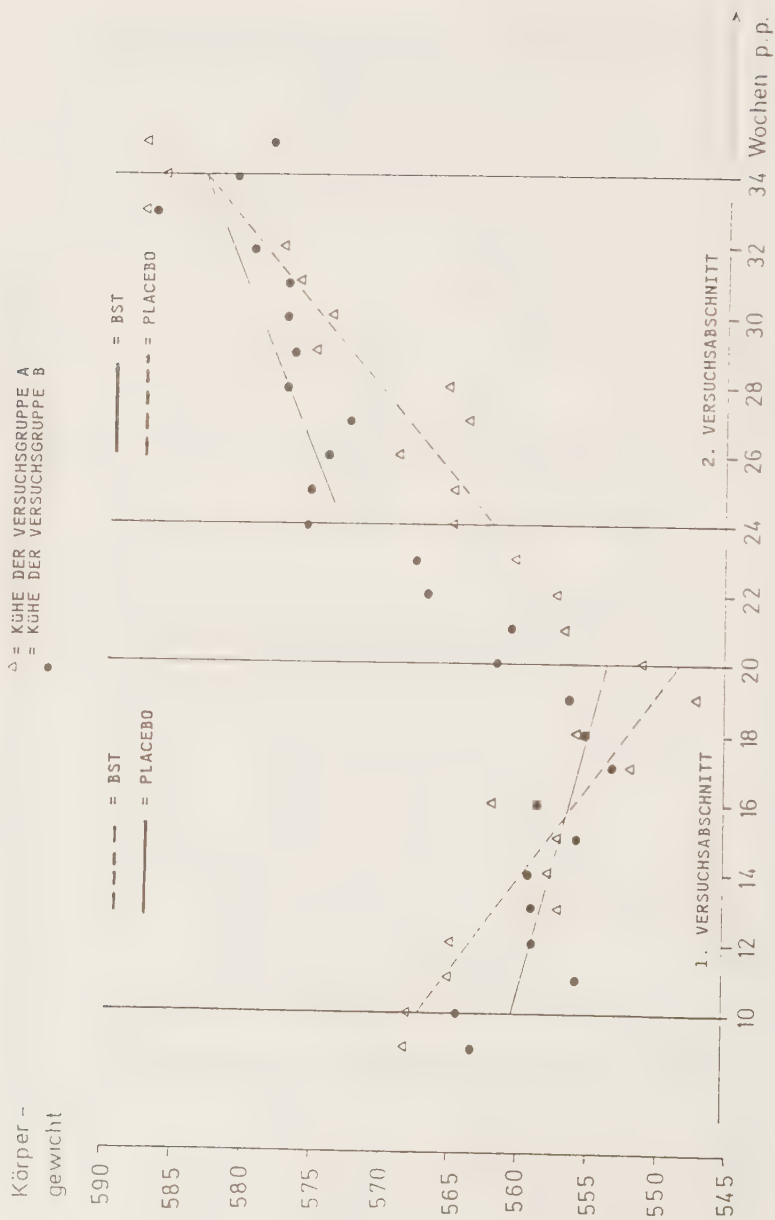


ABBILDUNG 22:
DURCHSCHNITTliches KÖRPERGEWICHT DER KÜHE DER VERSUCHSGRUPPE B IM VERSUCHSZEITRAUM



Durchschnittliches Körpergewicht



Die Tabelle 15 stellt die durchschnittlichen Körpergewichte der BST-Gruppe und der Placebo-Gruppe einander gegenüber.

Faßt man die Ergebnisse aus der Tabelle 15 zusammen, so ergibt sich für den ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte der Körpergewichte. Die BST-behandelten Kühe der Versuchsgruppe A sind mit 558,8 kg im Durchschnitt um 0,7 kg schwerer als die mit Placebo behandelten Kühe der Versuchsgruppe B mit 558,1 kg.

Im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) sind die Kühe der Versuchsgruppe B mit BST-Behandlung mit 577,6 kg durchschnittlich um 5,7 kg schwerer als die Kühe der Versuchsgruppe A mit Placebo-Behandlung. Auch diese Differenz ist nicht signifikant.

Tabelle 15:

Vergleich des Körpergewichtes der beiden
Versuchsgruppen

- a) im 1. Versuchsabschnitt
(10. - 19. Laktationswoche)
b) im 2. Versuchsabschnitt
(24. - 33. Laktationswoche)

a) 1. Versuchsabschnitt

Gruppe	Gew. (kg)	s	p
Gruppe B	558,1	58,92	
Placebo			
Gruppe A	558,8	69,30	n.s.
BST			

b) 2. Versuchsabschnitt

Gruppe	Gew. (kg)	s	p
Gruppe A	571,9	73,12	
Placebo			
Gruppe B	577,6	61,80	n.s.
BST			

n.s. = nicht signifikant

4.2.2 Vergleich BST-Zeitraum zu Placebo-Zeitraum innerhalb jeder Versuchsgruppe

In den Tabellen 16 und 17 ist eine Gegenüberstellung der Mittelwerte der Körpergewichte der Einzelkühe der zwei Versuchsgruppen, sowie die daraus errechneten Gruppendurchschnittswerte der beiden Versuchsgruppen für die Zeit der BST-Behandlung zu der Zeit der Placebo-Applikation zu sehen.

Die Tiere reagieren im einzelnen sehr unterschiedlich. Bei den Kühen der Versuchsgruppe A (Tabelle 16) ergeben sich für vier Tiere (Kuh Nr. 30, 36, 40, 42) keine signifikanten Unterschiede im Körpergewicht zwischen den beiden Versuchsabschnitten. Die Werte für Kuh Nr. 32 und 34 differieren hingegen hochsignifikant ($p < 0,01$), wie auch diejenigen für Kuh Nr. 28 ($p < 0,001$) voneinander.

Im Durchschnitt liegt das Körpergewicht bei den Tieren der Versuchsgruppe A in der Zeit der BST-Behandlung (10. - 19. Laktationswoche) bei 558,8 kg. Während der Zeit der Placebogabe (24. - 33. Laktationswoche) ergibt sich ein Mittelwert von 571,9 kg. Die Differenz von 13,1 kg, welche mit der Zunahme gleichzusetzen ist, ist nicht signifikant.

Für die Kühe der Versuchsgruppe B (Tabelle 17) läßt sich eine Erhöhung des Körperdurchschnittsgewichtes von 558,1 kg im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) auf 577,6 kg im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) ermitteln. Dies entspricht einer Zunahme von 19,5 kg im Gruppendurchschnitt. Auch

sie ist ebenfalls nicht signifikant. Die Einzelwerte der Tiere dieser Gruppe sind, von Kuh 26 und Kuh 31 abgesehen, sämtlich hochsignifikant. Bei den zwei genannten Tieren verändern sich die Mittelwerte für das Körpergewicht zwischen Placeboabschnitt und BST-Abschnitt nicht signifikant. Beide Male nimmt das Lebendgewicht geringfügig ab.

Tabelle 16:

Vergleich des Körpergewichtes der Kühe der
Versuchsgruppe A:

BST-Abschnitt zu Placebo-Abschnitt

Kuh Nr.	Abschnitt	Gew. (kg)	s	p
28	BST	539,9	5,70	
	Placebo	566,3	16,50	***
30	BST	703,5	18,97	
	Placebo	719,0	14,56	n.s.
32	BST	503,3	10,00	
	Placebo	514,6	10,79	**
34	BST	601,8	21,71	
	Placebo	628,3	10,90	**
36	BST	531,4	14,25	
	Placebo	535,9	7,22	n.s.
40	BST	540,3	5,87	
	Placebo	544,0	12,37	n.s.
42	BST	491,4	14,77	
	Placebo	495,5	3,81	n.s.
Durch-	BST	558,8	69,30	
schnitt	Placebo	571,9	73,12	n.s.

n.s. = nicht signifikant

** = $p < 0,01$

*** = $p < 0,001$

Tabelle 17:

Vergleich des Körpergewichtes der Kühe der
Versuchsgruppe B:

BST-Abschnitt zu Placebo-Abschnitt

Kuh Nr.	Abschnitt	Gew. (kg)	s	p
26	Placebo	656,3	21,38	
	BST	654,2	9,62	n.s.
29	Placebo	581,1	10,23	
	BST	630,2	7,77	***
31	Placebo	486,3	9,07	
	BST	485,9	8,48	n.s.
33	Placebo	511,3	7,77	
	BST	533,3	7,13	***
35	Placebo	617,4	8,47	
	BST	648,0	7,13	***
37	Placebo	518,0	11,26	
	BST	546,2	8,64	***
41	Placebo	536,4	5,19	
	BST	545,7	8,59	**
Durch-	Placebo	558,1	58,92	
schnitt	BST	577,6	61,80	n.s.

n.s. = nicht signifikant

** = $p < 0,01$

*** = $p < 0,001$

4.3 Beziehungen zwischen der Milchleistungssteigerung und dem Plasma-BST-Spiegel, der Änderung des Körpergewichtes und der Höhe der Milchleistung

4.3.1 Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und dem Plasma-BST-Spiegel

Gemäß Versuchsplan in Abbildung 2 wurden an den vierzehn Fleckviehkühen durch einen Venenkatheter zweimalig während der Dauer der BST-Behandlung über 24 Stunden alle 30 Minuten Blut entnommen. Neben einer Reihe anderer Blutparameter wurde auch BST bestimmt (MÜLLER, 1988). Aus den Einzelwerten eines Tagesprofiles wurde für jede Kuh der Mittelwert berechnet.

Um zu sehen, inwieweit der Plasma-BST-Spiegel mit der Milchleistungssteigerung in Beziehung steht, wurden die entsprechenden Blutwerte mit den Steigerungsraten korreliert. Der Plasma-BST-Spiegel setzt sich in diesem Fall aus dem endogenen BST und dem exogen verabreichten BST zusammen.

Die Korrelationen sind in den Tabellen 18 und 19 wiedergegeben. Die Korrelationskoeffizienten betragen $r = +0,41$ für den ersten Versuchsabschnitt und $r = -0,13$ für den zweiten Versuchsabschnitt. Beide Male sind die Korrelationskoeffizienten aufgrund der geringen Tierzahl ($n = 7$) nicht signifikant.

Tabelle 18:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung
der Kühe der Versuchsgruppe A und des Plasma-BST-
Spiegels während der BST-Behandlung
(10. - 19. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	BST-Spiegel ng/ml
28	14,99	33,7
30	15,29	31,4
32	12,92	43,4
34	4,48	29,0
36	10,09	29,1
40	5,97	28,9
42	15,76	31,1

Korrelationskoeffizient: $r = +0,41$ n.s.

n.s. = nicht signifikant

Tabelle 19:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung
der Kühe der Versuchsgruppe B und des Plasma-BST-
Spiegels während der BST-Behandlung
(24. - 33. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	BST-Spiegel ng/ml
26	6,11	35,4
29	33,36	14,4
31	20,03	70,6
33	12,56	23,1
35	12,72	18,8
37	5,82	35,9
41	13,06	31,4

Korrelationskoeffizient: $r = -0,13$ n.s.

n.s. = nicht signifikant

4.3.2 Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und der Änderung des Körpergewichtes

Um den Zusammenhang zwischen der Änderung des Körpergewichtes und der Steigerung der Milchmenge darzustellen, wurden die in den Tabellen 20 und 21 genannten Werte miteinander korreliert.

Bei den Kühen der Versuchsgruppe A, die im ersten Versuchsabschnitt BST appliziert bekamen, besteht mit $r = +0,41$ eine positive, nicht signifikante Korrelation zwischen der täglichen Gewichtsänderung in kg und der Milchleistungssteigerung. Die Korrelationen zwischen der Steigerung der FCM- bzw. der Fettmenge und der Gewichtsänderung sind zwar mit $r = +0,80$ bzw. $r = +0,85$ höher und signifikant, aber mit dem unter Punkt 3. 6 begründeten Vorbehalt zu betrachten. Für die im zweiten Versuchsabschnitt mit BST behandelten Kühe der Versuchsgruppe B ergibt sich mit $r = -0,16$ ein sehr niedriger Koeffizient, der auch für die FCM- und die Fettmenge nicht wesentlich höher ausfällt.

Tabelle 20:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung der Kühe der Versuchsgruppe A und der Änderung des Körpergewichtes während der BST-Behandlung (10. - 19. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	Gewichts- änderung kg/Tag
28	14,99	-0,098
30	15,29	-0,747
32	12,92	-0,127
34	4,48	-0,894
36	10,09	-0,416
40	5,97	-0,008
42	15,76	+0,464

Korrelationskoeffizient: $r = +0,41$ n.s.

n.s. = nicht signifikant

Tabelle 21:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung der Kühe der Versuchsgruppe B und der Änderung des Körpergewichtes während der BST-Behandlung (24. - 33. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	Gewichts- änderung kg/Tag
26	6,11	+0,320
29	33,36	+0,268
31	20,03	-0,224
33	12,56	-0,003
35	12,72	+0,206
37	5,82	+0,213
41	13,06	+0,210

Korrelationskoeffizient: $r = -0,16$ n.s.

n.s. = nicht signifikant

4.3.3 Korrelation zwischen der Milchleistungssteigerung und der Höhe der Milchleistung

Interessant erscheint es, zu prüfen, in welchem Ausmaß die Milchleistungssteigerung mit der Höhe der Milchleistung zusammenhängt.

Mit Hilfe einer Regressionsberechnung ist es möglich, für die Zeit der BST-Behandlung die theoretisch ohne BST-Behandlung zu erwartende Milchmenge zu ermitteln; siehe hierzu 3. 6, Statistische Methoden. Diese Werte sind aus den Tabellen 22 und 23 zu ersehen.

Der Korrelationskoeffizient für die Tiere der Versuchsgruppe A ist mit $r = -0,31$ niedrig und nicht signifikant. Im zweiten Versuchsabschnitt beträgt der Korrelationskoeffizient $r = -0,72$ und ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit, die kleiner als 5 % ist, signifikant.

Tabelle 22:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung
der Kühe der Versuchsgruppe A und der Höhe der
Milchleistung
(10. - 19. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	Milchmenge in kg
28	14,99	15,87
30	15,29	16,59
32	12,92	15,80
34	4,48	19,77
36	10,09	17,41
40	5,97	15,55
42	15,76	18,38

Korrelationskoeffizient: $r = -0,31$ n.s.

n.s. = nicht signifikant

Tabelle 23:

Gegenüberstellung der Milchleistungssteigerung
der Kühe der Versuchsgruppe B und der Höhe der
Milchleistung
(24. - 33. Laktationswoche)

Kuh Nr.	Steigerung in %	Milchmenge in kg
26	6,11	14,44
29	33,36	9,33
31	20,03	13,28
33	12,56	16,48
35	12,72	12,07
37	5,82	13,68
41	13,06	15,34

Korrelationskoeffizient: $r = -0,72 *$

$* = p < 0,05$

4.4 Auswirkung auf die Tiergesundheit

Das im Versuch verwendete BST-Präparat befindet sich in klinischer Erprobung und besitzt noch keine Zulassung für den Einsatz in der tierärztlichen Praxis. Aus diesem Grund wurden die Tiere während der BST-Behandlung besonders intensiv beobachtet. Das Stallpersonal war gehalten, jegliche von der Norm abweichende Veränderung zu melden.

Vor, während und nach der Injektion wurde das Allgemeinbefinden der Tiere untersucht. Das Verhalten und die Haltung der Kühe war zu jeder Zeit unauffällig. Die Applikation des Präparates erfolgte unter den in der Praxis üblichen aseptischen Kautelen. Die subkutane Injektion beeinträchtigte die Tiere in keiner Weise. Gelegentlich kam es an der Injektionsstelle zu taubenei-großen, derben Umfangsvermehrungen. Palpatorisch konnten keine Anzeichen von Schmerzhaftigkeit festgestellt werden. Auch zeigten sich die Tiere in ihrem Allgemeinbefinden dadurch nicht gestört. Nach ein paar Tagen bildeten sich die Umfangsvermehrungen von alleine zurück, ohne eine tierärztliche Versorgung nötig zu machen.

Während keiner Phase des Versuchs konnten bei den Kühen subklinische oder klinische Anzeichen einer Ketosis oder von MilCHFieber wahrgenommen werden. Auch andere ursächlich mit der BST-Behandlung in Verbindung zu bringende Erkrankungen wurden nicht beobachtet.

Im Reproduktionsverlauf traten keine Störungen auf. Mit 1,64 lag der Besamungsindex der 14

Versuchskühe etwas unter dem Besamungsindex der Gesamtherde in Oberschleißheim mit 2,0. Eine Beurteilung der Auswirkung auf die Fruchtbarkeit erscheint durch die verschiedenen Zeiten des Beginnes der BST-Applikation der zwei Versuchsgruppen (10. - 19. und 24. - 33. Laktationswoche) nicht sinnvoll.

5. DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluß von rekombiniertem, bovinem Somatotropin beim Deutschen Fleckvieh zu erfassen, die Wirkung auf die Laktation darzustellen und zu zeigen, inwieweit sich Veränderungen des Körpergewichtes ergeben.

5.1 Milchleistung

Auf die Verabreichung von BST zeigten die Kühe eine deutliche Reaktion.

Die Milchmengenleistung stieg um 13,13 % bei den Kühen der Versuchsgruppe A und um 18,86 % bei den Kühen der Versuchsgruppe B an. Für FCM erbrachten die Kühe der Versuchsgruppe A im ersten Versuchsabschnitt eine Steigerung von 19,76 % und die Kühe der Versuchsgruppe B im zweiten Versuchsabschnitt eine Steigerung von 22,52 %. Diese Werte stehen in Einklang mit einigen in der Literatur beschriebenen Resultaten. So berichten FRENCH et al. (1986) von einer Steigerung der Milchleistung um 16,1 %, wobei dieser Versuch über eine Dauer von nur acht Tagen ging. Die Ergebnisse der Langzeitversuche von PEEL et al. (1985), BAIRD et al. (1986), KIK und COOK (1986), ROHR et al. (1986), OLDENBROEK et al. (1987), RIJPKEMA et al. (1987), BURTON et al. (1987) und McGUFFEY et al. (1987) konnten bestätigt werden. In ihren Versuchen ergab sich ein Milchleistungsanstieg von 12,0 bis 19,5 %. Nur teilweise Übereinstimmung besteht mit den veröffentlichten Werten von BAUMAN et al. (1985), SODERHOLM et al. (1986), ELVINGER et al.

(1987), THOMAS et al. (1987) und ANNEXSTAD et al. (1987). Ihre Zahlenangaben schwanken von minimal 6,4 % bis maximal 41,2 % Leistungssteigerung nach BST-Gabe. Größtenteils liegen die Steigerungsraten ihrer Tiere mit deutlich mehr als 20 % über den Ergebnissen der Deutschen Fleckviehkühe aus der Oberschleißheimer Herde. Mit ein Grund dafür dürfte in der sorgfältigen Auswahl des Tiermaterials aus den amerikanischen Hochleistungskuhherden und die tägliche Injektion von BST sein. Im Gegensatz hierzu berichten MOLLETT et al. (1986) mit 2,2–12,6 %, ZOA MBOE et al. (1986) mit 5,6 % und FARRIES und PROFITTLICH (1986) mit 5,5 % von erheblich niedrigeren Zunahmen der Milchleistung. FARRIES und PROFITTLICH haben allerdings ein Depotpräparat nur alle vier Wochen injiziert. MOLLETT et al. machen unter anderem ungünstige klimatische Bedingungen verantwortlich.

Wie aus den Tabellen 10 und 11 hervorgeht, reagieren die einzelnen Kühe sehr unterschiedlich auf die BST-Injektionen. Einem Anstieg der Milchleistung von über 33 % bei Kuh Nr. 33 steht das nur mäßige Ansprechen der Kuh Nr. 34 mit knapp fünf Prozent gegenüber. Auch von BULLIS et al. (1964), ROHR (1986) und MOLLETT et al. (1986) wird berichtet, daß ihre Versuchstiere ähnlich unterschiedlich stark auf die Verabreichung von BST reagieren.

Wie aus den Untersuchungen von McNAMARA et al. (1983), PEEL et al. (1985) und ELVINGER et al. (1987) hervorgeht, reagieren Kühe unterschiedlicher Milchrassen (Holstein, Jersey, British-Friesian) und Kreuzungen davon (British-Friesian x Jersey, British-Friesian x Shorthorn) alle in

ähnlicher Weise deutlich. Dies wird auch von ANNEXSTAD und OTTERBY (1987) bestätigt. Besonderer Erwähnung bedarf der Versuch von BINES et al. (1980), denn er zeigt, daß Kühe aus der Kreuzung einer Milchrasse mit einer Fleischerasse (Holstein x Hereford) ebenso imstande sind, die Milchleistung nach BST-Gaben zu steigern. Daß dies auch bei Kühen der Zweinutzungsrasse Deutsches Fleckvieh der Fall ist, wird im vorliegenden Versuch gezeigt.

BST und Laktationsstadium

Die Milchmengenleistung war im ersten Versuchsabschnitt (10. - 19. Laktationswoche) um 13,13 % und im zweiten Versuchsabschnitt (24. - 33. Laktationswoche) um 18,86 % erhöht. Für FCM errechnen sich 19,76 % bzw. 22,52 % für die entsprechenden Behandlungsintervalle.

Dieses Ergebnis zeigt, daß die Kühe auf eine BST-Behandlung zu Zeiten einer positiven Energiebilanz, d. h. bei fallender Milchleistung nach Überschreitung des Laktationsmaximums, vermehrt ansprechen. Dadurch wird die Persistenz der Laktation deutlich verbessert. Das vermehrte Ansprechen bei positiver Energiebilanz geht auch aus den Kurzzeitversuchen von PEEL et al. (1983) und RICHARD et al. (1985) hervor. In ihren Langzeitversuchen, welche alle etwa mit dem 80. Tag post partum beginnen, kommen BAUMAN et al. (1985), HUTCHINSON et al. (1986) und MOLLETT et al. (1986) zu einer ähnlichen Aussage.

Weitere Langzeitstudien von PEEL et al. (1985), SODERHOLM et al. (1986), CHALUPA et al. (1986),

BAIRD et al. (1986), ELVINGER et al. (1987), THOMAS et al. (1987), BURTON et al. (1987) und ANNEXSTAD et al. (1987), die sämtlich den Beginn der BST-Behandlung in die Zeit der Hochlaktation (etwa 30 Tage post partum) legen, demonstrieren, daß Kühe auch in Perioden einer Energieunterversorgung durch Zufuhr von exogenem BST mehr Milch geben.

Folglich scheint das Wachstumshormon seinen milchleistungssteigernden Effekt während der gesamten Laktation auszuüben. Ob BST über die Dauer einer ganzen Laktation gegeben werden soll, ist bisher noch nicht vollkommen geklärt. Zumindest GRAVERT (1987) rät von einem Einsatz vor dem 80. - 100. Tag nach dem Kalben ab.

5.2 Milchezusammensetzung

Vergleicht man die Kühe der Versuchsgruppe A mit den Kühen der Versuchsgruppe B im ersten Versuchsabschnitt, so zeigt sich, daß der prozentuale Fettgehalt relativ um 8,88 % höher, der prozentuale Milcheiweißgehalt relativ um 6,82 % niedriger und der Gehalt an Laktose relativ um 1,01 % erhöht ist.

Im zweiten Versuchsabschnitt ist der Fettprozentgehalt der BST-behandelten Kühe der Versuchsgruppe B nur mehr relativ um 3,45 % erhöht, der Eiweißgehalt relativ um 3,06 % vermindert und die Laktoseprozentage sind relativ um 1,02 % gegenüber den mit Placebo behandelten Kühen der Versuchsgruppe A gesteigert.

Somit verhält sich die Änderung der Milchzusammensetzung der BST-behandelten Kühe im Vergleich zu den unbehandelten Tieren in den zwei Versuchsabschnitten grundsätzlich ähnlich, wobei aber im ersten Abschnitt der BST-Einfluß zu deutlicheren Veränderungen führt.

Im Widerspruch stehen diese Ergebnisse zu den Aussagen von PEEL et al. (1982), SANDLES und PEEL (1985) und ELVINGER et al. (1987), THOMAS et al. (1987) und ANNEXSTAD et al. (1987), die die Meinung vertreten, daß die prozentuale Zusammensetzung der Milch auch nach BST-Injektionen gleich bleibt.

Eine Bestätigung stellen diese Ergebnisse für die von FRONK et al. (1983), BAUMAN et al. (1985), EPPARD et al. (1985), RICHARD et al. (1985), POCIUS und HERBEIN (1986) und PEEL et al. (1987) bei ähnlichen Untersuchungen gefundenen Werte dar. Diese Autoren sind der Ansicht, daß bei energetisch nicht ausreichender Versorgung der Milchkühe über die Futterration der prozentuale Fettgehalt der Milch ansteigt und daß der relative Milcheiweißgehalt bei negativer Proteinversorgung im Futter abnimmt. Da im vorliegenden Versuch die Differenzen für Fett-% und Eiweiß-% im ersten Versuchsabschnitt mehr als das Doppelte betragen wie im zweiten Abschnitt, befinden sich die Tiere wahrscheinlich in der Zeit von der 10. - 19. Laktationswoche in einem größeren Energiedefizit als in der 24. - 33. Laktationswoche. Eine plausible Erklärung hierfür ist sicher die Tatsache, daß der Versuchsbeginn mit 67 +/- 5 Tagen post partum noch relativ nahe am Zeitpunkt der Hochlaktation liegt (HUTH und v. SCHUTZBAR,

1981) und die Tiere keine leistungsäquivalente Mengen an Nährstoffen aufnehmen (FARRIES und DJAMÄI, 1971; FARRIES, 1981; GRAVERT, 1988). Erschwerend kommt hinzu, daß die Milchleistungssteigerung aufgrund der Gaben von exogenem BST dieses Energie- und Proteindefizit noch zusätzlich verstärkt (PEEL et al. 1987).

Was den Laktosegehalt anbelangt, kann man zusammenfassend feststellen, daß in beiden Versuchsabschnitten in gleicher Weise die Tendenz leicht ansteigend war.

5.3 Körpergewicht

Im ersten Versuchsabschnitt verlieren die mit BST behandelten Tiere der Versuchsgruppe A durchschnittlich 0.261 kg Gewicht pro Tag, die mit Placebo behandelten Tiere der Versuchsgruppe B nur 0.092 kg. Der Gewichtsverlust dürfte in beiden Fällen auf Abbau von Depotfett beruhen. Die durch BST-Gaben ausgelöste Milchleistungssteigerung bringt die Tiere also in ein etwas größeres Energiedefizit als sie in diesem Laktationsstadium ohnehin schon haben. Der Anstieg des MilCHFettgehaltes steht mit dem Depotfettabbau in Einklang. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Befunden von BAUMAN, et al. (1985), PEEL et al. (1985), SODERHOLM et al. (1986), MOLLETT et al. (1986), ELVINGER et al. (1987) und MCGUFFEY et al. (1987), die keinen Einfluß der BST-Behandlung auf das Körpergewicht fanden. Für das Ergebnis an den Schleißheimer Tieren können zwei Gründe in Betracht kommen: Zum einen begann die BST-Applikation in einem relativ frühen Lakta-

tionsstadium, in dem sich die Tiere noch in einer deutlichen negativen Engergiebilanz befanden. Zum zweiten erfolgte die Anpassung der Kraftfuttergabe an die Milchleistung mit jeweils einer Woche Verzögerung, wodurch die Tiere nicht genau im energetischen Gleichgewicht gehalten werden konnten. Die mit Placebo behandelten Tiere der Versuchsgruppe B erreichen ihr tiefstes Gewicht etwa in der 17. Woche post partum und beginnen dann mit dem Gewichtsanstieg, während die BST-behandelten Tiere der Versuchsgruppe A bis zur 19. Laktationswoche, also bis Behandlungsende des ersten Versuchsabschnittes, an Gewicht abnehmen und erst in der Behandlungspause mit der Gewichtszunahme beginnen. Während der Behandlungspause können sie daher den Gewichtsunterschied nicht aufholen.

Im zweiten Versuchsabschnitt nehmen alle Tiere zu, die mit BST-behandelten Kühe der Versuchsgruppe B etwas langsamer als die mit Placebo behandelten Kühe der Versuchsgruppe A. Ob dieser Unterschied vorrangig auf die BST-Anwendung zurückzuführen ist oder darauf, daß die Placebo-Kühe, die im ersten Versuchsabschnitt BST erhielten, aus kompensatorischen Gründen schneller zunehmen, kann nicht entschieden werden. Wahrscheinlich sind beide Ursachen zutreffend. Erstaunlich ist, daß kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Milchleistungssteigerung des einzelnen Tieres und seiner Gewichtsveränderung zu erkennen ist (Tabelle 20 und 21). Der Grund dafür dürfte in der sehr kleinen Tierzahl liegen.

5.4 Tiergesundheit

Die Applikation des Wachstumshormonpräparates führte zu keinerlei Störung des Allgemeinbefindens der Kühe. Zu keiner Phase der Untersuchung zeigten die Kühe Anzeichen einer subklinischen oder klinischen Erkrankung deren Genese auf die BST-Gaben zurückzuführen ist. Dies steht im Einklang mit dem, was auch von BRUMBY und HANCOCK (1955), MACHLIN (1973), BAUMAN et al. (1985), PEEL et al. (1985) und FARRIES und PROFITTLICH (1988) berichtet wird. Die Befürchtungen von BINES und HART (1982) und von KRONFELD (1982), daß nach BST-Behandlung die Kühe vermehrt festliegen oder euterkrank werden können, haben sich nicht bestätigt.

Mit 1,64 liegt der Besamungsindex der Versuchskühe sogar unter dem Besamungsindex der gesamten Herde in Oberschleißheim, der mit 2,0 angegeben wird. Dies deckt sich nicht mit den Aussagen von KARG (1988), der höhere Besamungsindizes bei Kühen mit BST-Applikation erwartet. Für die Konzeptions- und Reproduktionsrate während der ersten Laktation scheint BST somit keine nachteiligen Einflüsse zu haben, was auch von EPPARD et al. (1987) beschrieben wird. Jedoch darf nicht übersehen werden, daß auf Grund der niedrigen Tierzahl im vorliegenden Versuch keine sicheren Aussagen über die Beeinflussung der Fruchtbarkeit getroffen werden können.

6. ZUSAMMENFASSUNG

An 14 Kühen der Rasse Deutsches Fleckvieh wurde der Einfluß von rekombiniertem, bovinem Wachstumshormon auf die Laktation und das Körpergewicht untersucht. Sämtliche Tiere befanden sich in der ersten Laktation. Das Tiermaterial stammte aus der Rinderherde des Lehr- und Versuchsgutes in Oberschleißheim. Die Tiere waren in Anbindehaltung aufgestellt, die Futterration setzte sich aus Heu, Mais- und Grassilage ad libitum und Milchleistungsfutter je nach Milchleistung zusammen.

Die Untersuchung erfolgte in zwei Abschnitten:

Erster Abschnitt: 10. - 19. Laktationswoche.

Zweiter Abschnitt: 24. - 33. Laktationswoche.

Die sieben Kühe einer Versuchsgruppe erhielten während eines Abschnittes entweder 500 mg Methionyl-Rindersomatotropin im Abstand von zwei Wochen, die sieben Kühe der anderen Versuchsgruppe entsprechende Mengen eines Placebos verabreicht. Die Behandlung mit BST bzw. Placebo wechselte im zweiten Abschnitt.

Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

1. In beiden Laktationsabschnitten konnte die Milchleistung gesteigert werden. Für den ersten Versuchsabschnitt ergab sich eine Erhöhung der Milchmenge um 13,13 %, der FCM-Menge um 19,76 % und der Fettmenge um 23,61 %. Im zweiten Versuchsabschnitt ließen sich die Milchmenge um 18,86 %, die FCM-Menge um 22,52 % und die Fett-

menge um 24,50 % steigern. Die Persistenz der Laktation war somit deutlich verbessert.

2. Mit Ausnahme des Fettgehaltes im ersten Versuchsabschnitt erfuhr die Milchezusammensetzung keine signifikante Veränderung. Im ersten Versuchsabschnitt nahm der Fettgehalt von 4,50 % auf 4,90 % zu, der Eiweißgehalt von 3,37 % auf 3,14 % ab und der Laktoseprozentgehalt nahm von 4,96 % auf 5,01 % zu. Für den zweiten Versuchsabschnitt errechnete sich für den Fettgehalt eine Steigerung von 4,64 % auf 4,80 %, für den Eiweißgehalt eine Abnahme von 3,59 % auf 3,48 % und für den Laktosegehalt ein Anstieg von 4,92 % auf 4,97 %.

3. Das durchschnittliche Körpergewicht der beiden Versuchsgruppen unterschied sich weder im ersten noch im zweiten Versuchsabschnitt signifikant voneinander. Durchschnittlich nahmen im ersten Versuchsabschnitt die mit BST-behandelten Kühe um 0,261 kg, die mit Placebo behandelten Kühe um 0,092 kg pro Tag an Körpermasse ab. Für den zweiten Versuchsabschnitt errechnete sich im Durchschnitt für die Kühe mit BST-Behandlung eine Steigerung des Körpergewichtes um 0,142 kg und für die Kühe mit Placebo-Behandlung eine Steigerung von 0,230 kg pro Tag.

4. Für die Korrelation der Milchleistungssteigerung mit dem Plasma-BST-Spiegel, der Änderung des Körpergewichtes und der Höhe der Milchleistung errechneten sich durchwegs niedrige und zumeist aufgrund der geringen Tierzahl nicht signifikante Korrelationskoeffizienten.

5. Exogene BST-Gaben führten zu keinen gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Störungen in der Konzeption und in der Reproduktion der Kühe wurden nicht beobachtet.

7. SUMMARY

Influence of the recombinant bovine somatotropin on the milk-yield, the milk composition and the live-weight of German Simmental Cows

The influence of the recombinant bovine growth hormone on the lactation and on the live-weight of 14 cows of German Simmental Breed was examined. All animals were in their first lactation. The investigated cows belonged to the cattle herd of the experimental farm (Lehr- und Versuchsgut) in Oberschleißheim. The cows were held in a stanchion stable and fed hay and mais- and gras pasture ad libitum and concentrates according to milk yield.

The investigation was done in two sections:

First section: week 10 to 19 of lactation

Second section: week 24 to 33 of lactation

The seven cows of one treatment group were administered either 500 mg Methionyl-bovine-growth hormone every two weeks, the seven cows of the other group adequate quantities of a placebo during one investigational section. The treatment with growth hormone or placebo was switched over in the second section.

The following results were obtained:

1. In both sections of lactation the milk yield could be enhanced. In the first treatment section growth hormone administration resulted in 13,13 % higher milk yield, 19,76 % higher FCM and 23,61 % more butterfat. During the second treatment

section milk yield was enhanced by 18,86 %, FCM by 22,52 % and butterfat by 24,50 %. The persistence of lactation was clearly improved.

2. With the exception of the fat content in the first treatment section the milk composition was not significantly changed. In the first section of investigation the fat content increased from 4,50 % to 4,90 %, the protein content decreased from 3,37 % to 3,14 % and the lactose content increased from 4,96 % to 5,01 %. In the second section of investigation the fat content was increased from 4,64 % to 4,80 %, the protein content diminished from 3,59 % to 3,48 % and the lactose content increased from 4,92 % to 4,97 %.

3. The average live-weight of the two experimental groups was not significantly different in both sections of investigation. In the first section of investigation the BST-treated cows lost at an average of 0,261 kg and the placebo-treated cows lost 0,092 kg per day of their live-weight. In the second section of investigation, the cows with BST-treatment gained at an average of 0,142 kg live-weight whereas the cows with placebo-treatment gained 0,230 kg live-weight per day.

4. The correlation of the increase of milk yield with the plasma-BST-level, the change of live-weight and the amount of milk performance

actually resulted in low and - because of the small number of animals - to a large extent not significant correlation coefficients.

5. Exogenous administration of BST did not cause any health problems. Disturbances of the conception and the reproduction could not be observed.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ANNEXSTAD, R. J., D. E. OTTERBY, J. G. LINN, W.
P. HANSEN, C. G. SODERHOLM, R. G. EGGERT, 1987

Responses of cows to daily injections of
recombinant bovine somatotropin (BST)
during a second consecutive lactation
J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 176

ANNEXSTAD, R. J., D. E. OTTERBY, 1987

Administration of BST: when during lactation
and to which cows
in: National invitational workshop of bovine
somatotropin, Westport Plaza, St. Louis,
Miss., 87 - 95

ASCHNER, B., 1909

Demonstration von Hunden nach Extirpation
der Hypophyse
Wien. klin. Wschr. 49, 1730 - 1731

ASIMOV, G. J., N. K. KROUZE, 1937

The lactogenic preparations from the
anterior pituitary and the increase of milk
yield in cows
J. Dairy Sci. 20, 289 - 306

BAILE, C. A., F. C. BUONOMO, 1987

Growth Hormone - Releasing Factor Effects on
Pituitary Function, Growth, and Lactation
J. Dairy Sci. 70, 467 - 473

BAIRD, G. D., 1981

Liver metabolism in the dairy cow: problems involved in meeting the demands of high productivity, 87 - 93

in: Metabolic Disorders in Farm Animals.
D. GIESECKE, G. DIRKSEN, M. STANGASSINGER
Proceedings of the IV. International
Conference on Production Disease in Farm
Animals, München

BAIRD, L. S., R. W. HEMKEN, R. J. HARMON, R. G.
EGGERT, 1986

Response of lactating dairy cows to
recombinant bovine growth hormone (rbGH)
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 118

BALDWIN, R. L., N. E. FORSBERG, C. Y. HU, 1985

Potential for altering energy partition in
the lactating cow
J. Dairy Sci. 68, 3394 - 3402

BALDWIN, R. L., S. C. MIDDLETON, 1987

Biology of bovine somatotropin
in: National invitational workshop on bovine
somatotropin, Westport Plaza, St. Louis,
Miss., 11 - 23

BASSET, J. M., 1978

Endocrine factors in the control of nutrient
utilizations: ruminants
Proc. Nutr. Soc. 37, 273 - 279

- BAUMANN, D. E., W. B. CURRIE, 1980
 Partitioning of nutrients during pregnancy
 and lactation: A review of mechanisms
 involving homeostasis and homeorhesis
 J. Dairy Sci. 63, 1514 - 1529
- BAUMANN, D. E., M. J. DeGEETER, C. J. PEEL, G. M.
 LANZA, R. C. GOREWIT, R. W. HAMMOND, 1982
 Effects of recombinantly derived bovine
 growth hormone (bGH) on lactational
 performance of high yielding dairy cows
 J. Dairy Sci. 65, Suppl. 1, 121
- BAUMAN, D. E., S. N. McCUTCHEON, W. D. STEINHOOR,
 P. J. EPPARD, S. J. SEDEN, 1985
 Sources of variation and prospects for
 improvement of productive efficiency in the
 dairy cow: a review
 J. Animal Sci. 60, 583 - 592
- BAUMAN, D. E., P. J. EPPARD, M. J. DeGEETER, G.
 M. LANZA, 1985
 Responses of high - producing dairy cows to
 long - term treatment with pituitary
 somatotropin and recombinant somatotropin
 J. Dairy Sci. 68, 1352 - 1362
- BINES, J. A., I. C. HART, S. V. MORANT, 1980
 Endocrine control of energy metabolism in
 the cow: the effect on milk yield and levels
 of some blood constituents of injecting
 growth hormone and growth hormone fragments
 British J. of Nutrition, 43, 179 - 188

- BINES, J. A., I. C. HART, 1982
 Metabolic limits to milk production,
 especially roles of growth hormone and
 insulin.
 J. Dairy Sci. 65, 1375 - 1389
- BITMAN, J., D. L. WOOD, H. F. TYRRELL, P. J.
 REYNOLDS, A. C. G. BROWN, D. E. BAUMAN, C. J.
 PEEL, 1983
 Blood and milk lipid responses induced by
 bovine growth hormone administration to
 lactating cows
 J. Dairy Sci. 66, Suppl. 1, 233
- BLUM, J. W., 1983
 Endokrinologie und Tierproduktion
 Schw. Arch. Tierheilk. 125, 827 - 850
- BROCKMAN, R. P., B. LAARVELD, 1986
 Regulation of metabolism in ruminants
 Livestock Prod. Sci. 14, 313 - 334
- BRUMBY, P. J., J. HANCOCK, 1955
 The galactopoetic role of growth hormone in
 dairy cattle
 New Zealand J. Sci. a. Techn. 36, 417 - 436
- BUDDECKE, E., 1985
 Grundriss der Biochemie, 7. Aufl.
 Verlag Walter de Gruyter, Berlin-New York

- BULLIS, D. D., L. J. BUSH, P. B. BARTO, 1964
Effect of highly purified and commercial
grade growth hormone preparation on milk
production of dairy cows
J. Dairy Sci. 48, 338 - 341
- BURTON, J. H., B. W. McBRIDE, K. BATEMAN, G. K.
MACLEOD, R. G. EGGERT, 1987
Recombinant bovine somatotropin: effects
on production and reproduction in lactating
cows
J. Dairy Sci. 70, Suppl., 175
- BUTTERY, P. J., 1983
Hormonal control of protein deposition in
animals
Proc. Nutr. Soc. 42, 137 - 148
- COLLIER, R. J., J. P. McNAMARA, C. R. WALLACE, M.
H. DEHOFF, 1984
A review of endocrine regulation of
metabolism during lactation
J. Animal Sci. 59, 498 - 510
- CHALUPA, W., B. VECCHIARELLI, P. SCHNEIDER, R. G.
EGGERT, 1986
Long - term responses of lactating cows to
daily injection of recombinant somatotropin
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 151

COTES, P. M., J. A. CRICHTON, S. J. FOLLEY, F. J. YOUNG, 1949

Galactopoietic activity of purified
anterior pituitary growth hormone
Nature 164, 992 - 993

DÖCKE, F., 1981

Veterinärmedizinische Endokrinologie
2. Auflage
Gustav Fischer Verl., Stuttgart

DONKER, J. D., W. E. PETERSEN, 1951

The milk secretion response of the bovine to
injected growth hormone
J. Animal Sci. 10, 1074 - 1075

ECKERT, R., 1986

Tierphysiologie
Gg. Thieme Verl., Stuttgart-New York

EISEMANN, J. H., H. F. TYRRELL, A. C. HAMMOND, P. J. REYNOLDS, D. E. BAUMAN, G. L. HAALAND, J. P. MCMURTRY, G. A. VARGA, 1986

Effect of bovine growth hormone administration on metabolism of growing Hereford heifers: dietary digestibility, energy and nitrogen balance
J. Nutrition 116, 157 - 163

ELVINGER, F., H. H. HEAD, C. J. WILCOX, R. P. NATZKE, 1987

Effects of administration of bovine somatotropin on lactation milk yield and composition

J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 121

ENRIGHT, W. J., L. T. CHAPIN, W. M. MOSELEY, S. A. ZINN, H. A. TUCKER, 1986

Growth hormone-releasing factor stimulates milk production and sustains growth hormone release in Holstein cows.

J. Dairy Sci. 69, 344 - 351

EPPARD, P. J., D. E. BAUMAN, J. BITMAN, D. WOOD, R. M. AKERS, W. A. HOUSE, 1985

Effect of dose of bovine growth hormone on milk composition: alpha-lactalbumin, fatty acids and mineral elements

J. Dairy Sci. 68, 3047 - 3054

EPPARD, P. J., D. E. BAUMAN, S. N. McCUTCHEON, 1985

Effect of dose of bovine growth hormone of dairy cows

J. Dairy Sci. 68, 1109 - 1115

EPPARD P. J., D. E. BAUMAN, C. R. CURTIS, H. N. ERB, G. M. LANZA, M. J. DeGEETER, 1987

Effect of 188-day treatment with somatotropin on health and reproductive performance of lactating dairy cows.

J. Dairy Sci. 70, 582 - 591

FARRIES, E., P. DJAMÄI, 1971

Die Gewichtsentwicklung als Maß für Retention und Mobilisierung im graviden und laktierenden Organismus
Züchtungskunde 43, 414 - 423

FARRIES, E, 1981

Fütterung vor und nach dem Abkalben
Züchtungskunde 53, 460 - 471

FARRIES, E., C. PROFITTLICH, 1986

Persönliche Mitteilung
zit. n. ROHR, K., 1988
in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.
BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88

FARRIES, E., C. PROFITTLICH, 1988

Veränderung einiger Stoffwechselfparameter
bei der Milchkuh
in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.
BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88, 135 - 158

FAWNS, H. T., S. J. FOLLEY, F. G. YOUNG, 1945

The galactopoietic Action of Pituitary
Extracts in Lactating Cows
J. Endocrinology 4, 205 - 211

- FOLLEY, S. J., F. G. YOUNG, 1938
The effect of anterior pituitary extracts
on established lactation in the cow
Proc. Roy. Soc. 126, 45 - 76
- FRENCH, N. J., G. de BOER, J. J. KENNELLY, 1986
Effect of feeding frequency and growth
hormone injection on milk production in
dairy cows
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 153
- FRONK, J. T., C. J. PEEL, D. E. BAUMAN, R. C.
GOREWIT, 1983
Comparison of different patterns of
exogenous growth hormone administration on
milk production in Holstein cows
J. Animal Sci. 57, 699 - 705
- GRAF, F., 1984
Stoffwechsel und Endokrinologie von
Hochleistungskühen
Züchtungskunde 56, 344 - 350
- GRAVERT, H. O., 1985
Genetic factors controlling feed efficiency
in dairy cows
Livestock Production Sci. 13, 87 - 99
- GRAVERT, H. O., 1987
Die Wahrheit über Somatotropin
Tatsächliche Wirkung und Konsequenzen
DLG-Mitteilungen 9, 472 - 473

GRAVERT, H. O., 1988

BST, Futteraufnahme, Futterverwertung
in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.
BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88, 116 - 134

HART, I. C. , J. A. BINES, C. C. BALCH, A. T.
COWIE, 1975

Hormone and metabolite differences between
lactating beef and dairy cattle
Life Sci. 16, 1285 - 1292

HART, I. C., J. A. BINES, S. V. MORANT, 1980

The secretion and metabolic clearance rates
of growth hormone, insulin and prolactin in
high - and low - yielding cattle at four
stages of lactation
Life Sci. 27, 1839 - 1847

HART, I. C., P. M. E. CHADWICK, T. C. BOONE, K.
E. LANGLEY, C. RUDMAN, L. M. SOUZA, 1984

A comparison of the growth - promoting, li-
polytic, diabetogenic and immunological pro-
perties of pituitary and recombinant - DNA -
derived bovine growth hormone
Biochem. J. 224, 93 - 100

HART, I. C., J. A. BINES, S. JAMES, S. V. MORANT,
1985

The effect of injecting or infusing low
doses of bovine growth hormone on milk
yield, milk composition and the quantity of
hormone in the milk serum of cows
Animal Production 40, 243 - 250

HART, I. C., I. D. JOHNSON, 1986

Growth hormone and growth in meat producing
animals
in: Control and Manipulation of Animal
Growth
P. J. BUTTERY, D. B. LINDSAY, N. B. HAYNES
Butterworths, London, 135 - 159

HUTCHISON, C. F., J. E. TOMLINSON, W. H. MCGEE,
1986

The effects of exogenous recombinant or
pituitary extracted bovine growth hormone on
performance of dairy cows
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 152

HUTH, F. W., W.v.SCHUTZBAR, 1981

Zur Frage des Laktationskurvenverlaufes beim
Rind
Der Tierzüchter 33, 286 - 288

HUTTON, J. B., 1957

The effect of growth hormone on the yield
and composition of cows' milk
J. Endocrin. 16, 115 - 125

JOHNSSON, I. D., D. J. HARTHORN, R. M. WILDE, T.
T. TREACHER, B. W. BUTLER-HOGG, 1987

The effects of dose and method of
administration of biosynthetic bovine
somatotropin on live-weight gain, carcass
composition and wool growth in young lambs
Anim. Prod. 44, 405 - 414

KARG, H., 1987

Hormonale Manipulation des Wachstums
Übers. Tierernährung 15, 1 - 28

KARG, H., H. MAYER, 1987

Manipulation der Laktation
Übers. Tierernährung 15, 29 - 58

KARG, H., 1988

Wachstumshormon
Vet, 10 - 18

KARLSON, P., 1980

Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner
und Naturwissenschaftler, 11. Aufl.
Gg. Thieme Verl., Stuttgart-New York

KIK, N., R. M. COOK, 1986

Effects of bovine somatotropin and Iso Plus
on milking production
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 158

KIRCHGEßNER, M., 1987

Tierernährung, 7. Auflage
DLG-Verlag, Frankfurt (Main)

KOPROWSKI, W., H. A. TUCKER, 1973

Bovine serum growth hormone, corticoids and
insulin during lactation
Endocrinology 93, 645 - 650

KRONFELD, D. S., S. DONAGHNE, R. L. COPP, F. M.
STEARNS, R. H. ENGLE, 1982

Nutritional status of dairy cows indicated
by analysis of blood
J. Dairy Sci. 65, 1925 - 1933

KRONFELD, D. S., 1982

Major metabolic determinants of milk volume,
mammary efficiency and spontaneous ketosis
in dairy cows.
J. Dairy Sci. 65, 2204 - 2212

KRULICH, L., A. P. S. DHARIWAL, S. M. McCANN,
1968

Stimulatory and inhibitory effects of
purified hypothalamic extracts on growth
hormone release from rat pituitary in vitro
Endocrinology 83, 783 - 790

LOUGH, D. S., L. D. MULLER, L. C. GRIEL, Jr., R.
S. KENSINGER, C. D. AZZARA, P. S. DIMICK, 1986

Effect of exogenous bovine growth hormone
(bGH) on milk production, milk composition,
and mammary lipid metabolism in lactating
dairy cows
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 153

MACHLIN, L. J., 1973

Effect of growth hormone on milk production
and feed utilization in dairy cows
J. Dairy Sci. 56, 575 - 580

MCCUTCHEON, S. N., D. E. BAUMAN, 1986

Effect of pattern of administration of
bovine growth hormone on lactational
performance of dairy cows
J. Dairy Sci. 69, 38 - 43

McGUFFEY, R. K., H. B. GREEN, T. H. FERGUSON,
1987

Lactation performance of dairy cows
receiving recombinant bovine somatotropin by
daily injection or in a sustained release
vehicle
J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 176

McGUFFEY, R. K., H. B. GREEN, R. P. BASSON, 1987

Performance of Holsteins given bovine
somatotropin in a sustained delivery
vehicle. Effect of dose and frequency of
administration
J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 177

McNAMARA, J. P., S. R. DAVIS, R. J. COLLIER, 1983

Effects of growth hormone and thyroxine on
plasma lipids, mammary lipid uptake and
milk fat in jersey cows
J. Dairy Sci. 66, Suppl. 1, 232 - 233

- McNAMARA, J. P., J. K. HILLERS, 1986
 Regulation of bovine adipose tissue
 metabolism during lactation
 J. Dairy Sci. 69, 3032 - 3050
- METZ, S. H. M., S. G. van den BERGH, 1977
 Regulation of fat mobilisation in adipose
 tissue of dairy cows in the period around
 parturition
 Netherlands J. Agr. Sci. 25, 198 - 211
- MILLER, W. L., N. L. EBERHARDT, 1983
 Structure and evolution of the growth
 hormone gene family
 Endocrine Rev. 4, 97 - 130
- MOLLETT, T. A., M. J. DeGEETER, R. L. BELYEA, R.
 A. YOUNGQUIST, G. M. LANZA, 1986
 Biosynthetic or pituitary extracted bovine
 growth hormone induced galactopoiesis in
 dairy cows
 J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 118
- MONSANTO EUROPE SA, 1987
 Bovines-Somatotropin
 Eine Einführung
 Pope Woodhead and Ass. Ltd.
 St. Jves, Cambridgeshire, UK

MÜLLER, G., 1988

Einfluß von rekombiniertem, bovinem
Somatotropin (BST) auf verschiedene
Blutparameter bei erstlaktierenden Kühen der
Rasse Deutsches Fleckvieh
Diss. med. vet., München

OLDENBROEK, J. K., G. J. GARSSSEN, A. B. FORBES,
L. J. JONKER, 1987

The effect of treatment of dairy cows of
different breeds with recombinantly derived
bovine somatotropin in a sustained delivery
vehicle

38. Jahrestagung der EVT, Lissabon
(Portugal), 28. Sept. - 01. Okt. 1987

zit. n. ROHR, K., 1988

in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.

BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88

PEEL, C. J., D. E. BAUMAN, R. C. GOREWIT, C. J.
SNIFFEN, 1981

Effect of Exogenous Growth Hormone on
Lactational Performance in High Yielding
Dairy Cows

J. Nutr. 111, 1662 - 1671

PEEL, C. J. , W. D. STEINHOOR, D. E. BAUMAN, H.
F. TYRRELL, A. C. G. BROWN, P. J. REYNOLDS, G. L.
HAALAND, 1982

Administration of bovine growth hormone to
high yielding Holstein cows

II. Influence on irreversible loss and
oxidation rate of free fatty acids and
glucose

J. Dairy Sci. 65, Suppl.1, 120

PEEL, C. J., T. J. FRONK, D.E. BAUMAN, R. C.
GOREWIT, 1982

Lactational Response to Exogenous Growth
Hormone and Abomasal Infusion of a Glucose-
Sodium Caseinate Mixture in High-Yielding
Dairy Cows

J. Nutr. 112, 1770 - 1778

PEEL, C. J., T. J. FRONK, D. E. BAUMAN, R. C.
GOREWIT, 1983

Effect of exogenous growth hormone in early
and late lactation on lactational
performance of dairy cows

J. Dairy Sci. 66, 776 - 782

PEEL, C. J., L. D. SANDLES, K. J. QUELCH, A. C.
HERINGTON, 1985

The effects of long - term administration of
bovine growth hormone on the lactational
performance of identical - twin dairy cows
Animal Production 41, 135 - 142

PEEL, C. J., D. E. BAUMAN, 1987
 Somatotropin and Lactation
 J. Dairy Sci. 70, 474 - 486

POCIUS, P. A., J. H. HERBEIN, 1986
 Effects of in vivo administration of growth
 hormone on milk production and in vitro
 hepatic metabolism in dairy cattle
 J. Dairy Sci. 69, 713 - 720

RABEN, M. S., 1973
 In: S. A. BENSON, R. S. YALOW
 Amsterdam, North Holland
 Methods in Investigative and Diagnostic
 Endocrinology, 261

RICHARD, A. L., S. N. McCUTCHEON, D. E. BAUMAN,
 1985
 Responses of dairy cows to exogenous bovine
 growth hormone administered during early
 lactation
 J. Dairy Sci. 68, 2385 - 2389

RIJPKEMA, Y. S., L. van REEUWIJK, C. J. PEEL,
E. P. MOL, 1987

Responses of dairy cows to long-term treatment with somatotropin in a prolonged release formulation

38. Jahrestagung d. EVT., Lissabon

(Portugal), 28. Sept. - 01. Okt. 1987

zit. n. ROHR, K., 1988

in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.

BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88

ROHR, K., R. DAENICKE, P. LEBZIEN, D. SCHLÜNSEN,
1986

Unveröffentlichte Ergebnisse

zit. n. ROHR, K., 1988

in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.

BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88

ROHR, K., 1988

Zum Einfluß von bovinem Somatotropin auf die
Milchleistung und Milchzusammensetzung

in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.

BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
Sonderheft 88, 104 - 115

- ROTH, F. X., M. KIRCHGESSNER, 1988
 BST in der Mast
 in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
 K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.
 BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
 Sonderheft 88, 181 - 202
- SANDLES, L. D., C. J. PEEL, 1985
 Effect of long term administration of bovine
 growth hormone on milk yield in dairy cows
 Austr. Soc. Anim. Prod., 483 - 485
- SCHALLY, A. V., A. ARIMURA, A. J. KASTIN, 1973
 Hypothalamic regulatory hormones
 Sci. 179, 341 - 350
- SCHAMS, D., 1988
 Analytik des endogenen und exogenen Wachstums-
 tumshormons beim Rind
 in: F. ELLENDORF, E. FARRIES, H. J. OSLAGE,
 K. ROHR, D. SMIDT, Hrsg.
 BST-Symposium, Landbauforschung Völkenrode,
 Sonderheft 88, 211 - 219
- SCHEUNERT, A., A. TRAUTMANN, 1987
 Lehrbuch der Veterinär-Physiologie
 7. Auflage
 Paul Parey-Verl., Berlin - Hamburg
- SEJRSEN, K., J. FOLDAGER, M. T. SORENSSEN,
 R. M. AKERS, D. E. BAUMAN, 1986
 Effect of exogenous bovine somatotropin
 on pubertal mammary development in heifers
 J. Dairy Sci. 69, 1528 - 1535

SHAW, J. C., A. C. CHUNG, J. BUNDING, 1954

The effect of pituitary growth hormone and
adrenocorticotrophic hormone on established
lactation

Endocrinology 56, 327 - 334

SMITH, R. D., W. HANSEL, C. E. COPPOCK, 1976

Plasma growth hormone and insulin during
early lactation in cows fed silage based
diets

J. Dairy Sci. 59, 248 - 254

SODERHOLM, C. G., D. E. OTTERBY, J. G. LINN, J.

E. WHEATON, W. P. HANSEN, R. J. ANNEXSTAD, 1986

Effect of different doses of recombinant
bovine somatotropin (rbSTH) on circulating
metabolites, hormones, and physiological
parameters in lactating cows

J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 152

SPENCER, G. S. G., 1985

Hormonal Systems Regulating Growth. A Review
Livestock Prod. Sci. 12, 31 - 46

STAPLES, C. R., H. H. HEAD, 1987

Short-term administration of bovine somato-
tropin to lactating dairy cows in a subtro-
pical environment

J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 174

SYKES, J. F., I. A. GOULD, C. W. DUNCAN, C. F.
HUFFMAN, 1944

Observation on the effect of an anterior
pituitary preparation administered to
lactating dairy cows
J. Dairy Sci. 27, 539 - 543

TANNER, J. M., 1972

Human growth hormone
Nature 237, 433 - 439

TESKE, R. H., 1987

Milk from BST-Treated Cows Its Safety for
Human Consumption
in: National invitational workshop on
bovine somatotropin
Westport Plaza, St Louis, Miss., 31 - 33

THOMAS, C., I. D. JOHNSON, W. J. FISHER, G. A.
BLOOMFIELD, S. V. MORANT, J. M. WILKINSON, 1987
Effect of somatotropin on milk production,
reproduction and health of dairy cow
J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1, 175

TRENKLE, A., 1981

Endocrine regulation of energy metabolism
in ruminants
Federation Proc. 40, 2536 - 2541

TUCKER, H. A., 1981

Physiological Control of Mammary Growth,
Lactogenesis and Lactation
J. Dairy Sci. 64, 1403 - 1421

TUCKER, H. A., 1985

Endocrine and neural control of the mammary gland, 39 - 79

in: B. L. LARSON (Hrsg.)

Lactation

Iowa State Univ. Press/Ames

TYRRELL, H. F., A. C. G. BROWN, P. J. REYNOLDS,
G. L. HAALAND, C. J. PEEL, D. E. BAUMAN, W. D.
STEINHOOR, 1982

Administration of bovine growth hormone to
high yielding Hostein cows

I. Influence on in vivo energy metabolism

J. Dairy Sci. 65, Suppl. 1, 120

VASILATOS, R., P. J. WANGSNESS, 1981

Diurnal variation on plasma insulin and

growth hormone associated with two

stages of lactation in high producing

dairy cows

Endocrinology 108, 300 - 304

VANDAELE, W., 1986

La somatotropine bovine: son influence sur
la lactation

in: Biotechnologie et Zootechnie

Ass. Franc. de Zootechnie, Paris, 28 - 46

WRENN, T. R., J. F. SYKES, 1953

The response of hormonally induced bovine
mammary tissue to anterior pituitary
hormones

J. Dairy Sci. 36, 1313 - 1318

ZOA MBOE, A., H. H. HEAD, K. C. BACHMANN, C. J.
WILCOX, 1986

Effect of growth hormone on milk yield, feed
intake and some physiological functions
during environmental stress
J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1, 119

9. DANKSAGUNGEN

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Kräußlich für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte, freundliche Unterstützung.

Herrn Prof. Dr. Dr. habil. F. Graf danke ich für die gewährte Betreuung und Beratung bei der Durchführung der Versuche und Anfertigung der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Dr. K. Osterkorn sowie Herrn Stangelmeier sei für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen herzlich gedankt.

Ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. J. Meyer für die Beratung bei der Durchführung des Versuchs.

Dem am Versuch beteiligten Melker Herrn Widmann und den Technikern Herrn Pritzl, Herrn Schmidt und Herrn Beckstein möchte ich für die sorgfältige und interessierte Mitarbeit meinen Dank aussprechen.

Meinem Bruder Richard Denन्हöfer danke ich für die Übernahme der Schreibarbeiten.

10. LEBENSLAUF

Name: Willi Denन्हöfer

Geburtsdatum: 11. Juli 1959

Geburtsort: Niederoberebach

Eltern: Wilhelm Denन्हöfer, Landwirt
Lina Denन्हöfer, geb. Schwab

Schule: 1966-1969 Grundschule Sommersdorf
1969-1970 Hauptschule Burgoberbach
1970-1979 Platen-Gymnasium Ansbach

Bundeswehr: 1979-1981 Wehrdienst

Beruf: 1981-1986 Studium der Tiermedizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität München
27.01.1987 Approbation als Tierarzt
seit Nov. 1986 Anfertigung der vor-
liegenden Doktorarbeit am Lehrstuhl
für Tierzucht der Ludwig-Maximili-
ans-Universität München

